

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

*Facultad de Ingeniería Geológica
Minería Metalúrgica*



Tesis para Optar el Título de INGENIERO GEOLOGO

**Evaluación del miembro basal calizo de la
Formación Chonta por Microscopia y registros
sónicos en el Lote A - B Selva Peruana
Determinación de la Porosidad Secundaria.**

Por: Abelardo Percy Mesía Lizaraso

**LIMA - PERU
1996**

" A mis padres Mario y Amparo, y a mi hermano Mario "

" A mi esposa Carolina y mi hijo Renzo "

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la empresa Occidental Peruana Inc. (antes Occidental Petroleum Corporation del Perú) por auspiciar técnica y económicamente la realización de la presente tesis. Y a la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica por su gran apoyo en los laboratorios.

Un agradecimiento muy especial a la persona del Ingeniero Víctor Lay Biancardi por su gran apoyo y confianza demostrando una vez más el gran apoyo que viene realizando con gran cantidad de geólogos que recién egresamos de las diferentes universidades.

Asimismo por su incansable atención y asesoramiento, al Ingeniero Augusto Becerra, además a los Doctores en Geología Luis Mercado, Silvia Rosas, Nestor Teves, a los Ingenieros Geólogos, Orestes Orrego Albañil, Francisco García Zabaleta, José Martínez Talledo, Jorge Guizado Joll y a quienes de una u otra manera hicieron posible la culminación de este trabajo.

De manera muy especial, un agradecimiento a la persona del Sr. Mario Mesía Lizaraso por la ayuda con la culminación de la presente tesis.

EVALUACION DE LA MICROPOROSIDAD POR MICROSCOPIA Y REGISTROS DEL
MIEMBRO BASAL CALIZO DE LA FORMACION CHONTA EN EL LOTE 1AB
(DETERMINACION DE LA POROSIDAD SECUNDARIA)

INDICE

RESUMEN

GENERALIDADES

DEFINICION DE TERMINOS UTILIZADOS

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

SECUENCIA DEL ESTUDIO

CAPITULO I ASPECTOS GEOLOGICOS GENERALES

1.0 GEOLOGIA REGIONAL

1.1 ESTRATIGRAFIA

1.1.1. PRE - CAMBRIANO - COMPLEJO BASAL DEL MARAÑON

1.1.2 PALEOZOICO

1.1.2.1. ORDOVICIANO

FM CONTAYA

1.1.2.2. SILURIANO

1.1.2.3. DEVONIANO

GRUPO CABANILLAS

1.1.2.4. CARBONIFERO

-MISISIPIANO

-PENNSYLVANIANO: GRUPO TARMA

1.1.2.5. PERMIANO

-PERMIANO INFERIOR A MEDIO GRUPO COPACABANA

-PERMIANO MEDIO A SUPERIOR GRUPO MITU

1.1.3. MESOZOICO

1.1.3.1. TRIASICO-JURASICO

-GRUPO PUCARA

-FM SARAYAQUILLO

1.1.3.2. CRETACICO : GRUPO ORIENTE

-FM CUSHABATAY

-FM RAYA

-FM AGUA CALIENTE

-FM CHONTA

-FM VIVIAN

-FM CACHIYACU

-FM BASAL Terciario

1.1.4. CENOZOICO

1.1.4.1. Terciario

-FM YAHUARANGO

-FM POZO

-FM CHAMBIRA

-FM PEBAS

1.1.4.2. CUATERNARIO

-FM IPURURO

-FM CORRIENTES

-DEPOSITOS ALUVIALES RECIENTES

1.2. DESCRIPCION DE LA TECTONICA SECUENCIAL EN EL LOTE 1AB

2.0. HIDRODINAMICA DE LOS FLUIDOS EN EL RESERVORIO

3.0. NOCIONES SOBRE LA GENERACION, MIGRACION Y ENTRAMPAMIENTO.

CAPITULO II METODOLOGIA A EMPLEARSE EN INVESTIGACION DE ROCAS CARBONATADAS: PETROSCOPIA, REGISTROS DE POZOS Y CLASIFICACIONES.

1.0. PETROSCOPIA.

1.1. PREPARACION DE LAS SECCIONES DELGADAS.

1.2. CARACTERISTICAS OPTICAS DE LA CALCITA CON EL MICROSCOPIO DE LUZ TRANSMITIDA

2.0. REGISTROS DE POZOS

2.1. REVISION DE METODOS PETROFISICOS PARA DETERMINAR POROSIDAD EN CALIZAS

2.2. METODOS GRAFICOS PARA HALLAR LITOLOGIA Y POROSIDAD A PARTIR DEL REGISTRO SONICO Y EL REGISTRO SONICO COMPENSADO. SEGUN SCHLUMBERGER.

2.3. METODOS GRAFICOS PARA HALLAR LITIOLOGIA Y POROSIDAD A PARTIR DEL REGISTRO DE DENSIDAD Y EL REGISTRO DE NEUTRONES COMPENSADO. SEGUN SCHLUMBERGER.

3.0. CLASIFICACION Y NATURALEZA DE LA POROSIDAD DE CARBONATOS.

3.1. CLASIFICACION DE LA POROSIDAD EN CARBONATOS

3.1.1. Porosidad Framework Armadura.

3.1.2. Fábrica Selectiva

3.1.3. Porosidad Primaria:

3.1.4. Porosidad Secundaria

3.2. LA NATURALEZA DE LA POROSIDAD PRIMARIA EN SEDIMENTOS CARBONATADOS MODERNOS

3.2.1. Porosidad entre partículas (Interparticle)

3.2.2. Texturas de rocas carbonatadas

4.0. CLASIFICACION DE ROCAS CARBONATADAS A UTILIZARSE C. F.
JORDAN (1985)

5.0. MODIFICACION DE LA TABLA DE DUNHAM

6.0. TERMINOLOGIA EMPLEADA PARA LA TEXTURA Y COMPOSICION DE
LAS ROCAS CARBONATADAS

CAPITULO III PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION Y PRIMEROS
RESULTADOS.

1.0. RELACION DE MUESTRAS POR PROFUNDIDAD.

2.0. DESCRIPCION PETROGRÁFICA DE LAS SECCIONES DELGADAS

3.0. OBSERVACIONES DE LAS MUESTRAS EN RESUMEN

4.0. DESCRIPCION Y DETERMINACIONES DE LAS MICROFOTOGRA-
FIAS

5.0. ANALISIS DE LA POROSIDAD EN LOS REGISTROS SONICOS EN
LOS POZOS TAMBO I , YAÑEZ I, Y SAN JACINTO 14. (DT,
DTC)

6.0. CORRELACION LITO-ESTRATIGRAFICA DE LOS POZOS YAÑEZ 1,
TAMBO 1, HUAYURI NORTE 1, SAN JACINTO 14 Y SAN JACINTO
19 (SW-NE)

7.0. ANALISIS COMPARATIVO ENTRE RESULTADOS DE LA PETROSCOPIA
Y REGISTROS DE POZO.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

I - MICROFOTOGRAFIAS

II - CORRELACIONES

RESUMEN

El estudio Petromineralógico y de registros de la caliza principal de la Formación Chonta (Main Chonta Limestone) se realizó con el fin de evaluar la porosidad, principalmente secundaria existente en estas calizas en el Lote 1AB tomando veinticinco muestras de núcleos convencionales (cores) los cuales principalmente fueron del Pozo Tambo I, también en Yáñez y North Huayuri I para lo cual se solicitó el permiso a Perú Petro para que permita su utilización.

El presente estudio se basa principalmente en fundamentos teóricos en los cuales se indica que tipo de calizas son favorables para la acumulación de hidrocarburos; según su cantidad de espacios vacíos (poros) y su permeabilidad, comunicación entre ellos. Además se utilizaron los registros de pozos para poder comparar los resultados obtenidos en los estudios por petroscopia con los ya habidos de los registros.

Además se interpretó los procesos diagenéticos, llámese disolución, cementación, karstificación, dolomitización, etc., y su relación con la variación de la porosidad.

El reconocimiento del tipo de caliza se realizó por medio de la mineralogía, contenido de fósiles, pellets, intraclastos y tipo de matriz.

GENERALIDADES

El presente trabajo arranca de una inquietud de varios Geólogos de Occidental Peruana Inc. por analizar las posibilidades económico-petroleras del miembro basal calizo de la formación Chonta. Para ello se procederá a determinar la porosidad principalmente secundaria de este miembro, alternativamente por varios metodos. Los resultados de esta investigación son presentados como tesis, para obtener el Título de Ingeniero Geólogo de la Universidad Nacional de Ingeniería, por el suscrito bachiller.

Cabe resaltar que existe poca bibliografía sobre la porosidad en calizas, y que el presente trabajo no se hubiera podido concluir sin el apoyo de geólogos de la Occidental Peruana Inc. así como catedráticos de la Universidad Nacional de Ingeniería.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- 1.- Aloquímico.- término utilizado en granos o partículas de carbonatos a diferencia de la matriz fangosa carbonatada y cemento calcítico limpio, incluyendo fósiles, oolitos y pellets.
- 2.- Autigénesis (Neoformación).- Formación de nuevos minerales durante o después del depósito (autígeno es un mineral originado in situ) ya sea por introducción de sustancias nuevas o por modificación de los componentes originales.
- 3.- Bioesparita.- Caliza compuesta por fragmentos o restos de microfósiles incluidos en cemento esparítico.
- 4.- Biomicrita.- Caliza compuesta por fragmentos o restos de microfósiles incluidas en matriz micrítica.
- 5.- Bioquímico.- Depósito producido por un proceso químico bajo influencia biológica.
- 6.- Cementación.- Parte de la diagénesis de rocas que consiste en el relleno de poros, pueden ser primarias o secundarias por crecimiento de cristales en su interior.

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la región Norte de la cuenca del Marañón, donde la Occidental Peruana Inc. opera varios campos petrolíferos dentro del lote 1AB, ubicado entre los ríos Tigre y Pastaza. En dicha área se han perforado aproximadamente 200 pozos de los cuales fueron seleccionados los cuatro pozos que mejor información ofrecían para la investigación para ser analizados estos son Tambo, Yáñez, North Huayuri I y San Jacinto.

La cuenca Marañón de tipo Foreland, se extiende entre el geanticlinal del Marañón y el borde del escudo brasilero. Esta cuenca se empezó a formar a fines del CRETACEO, adquiriendo su configuración actual durante el Terciario superior con un alineamiento NNO-SSE.

Esta cuenca está delimitada:

Por el Norte con el Arco de Cononaco, en territorio ecuatoriano

Por el Sur con el Arco de CONTAYA.

Por el Este con el Arco de Iquitos

Por el Oeste con la Cordillera Oriental de los Andes del Perú.

El área de estudios de la presente tesis, se encuen-

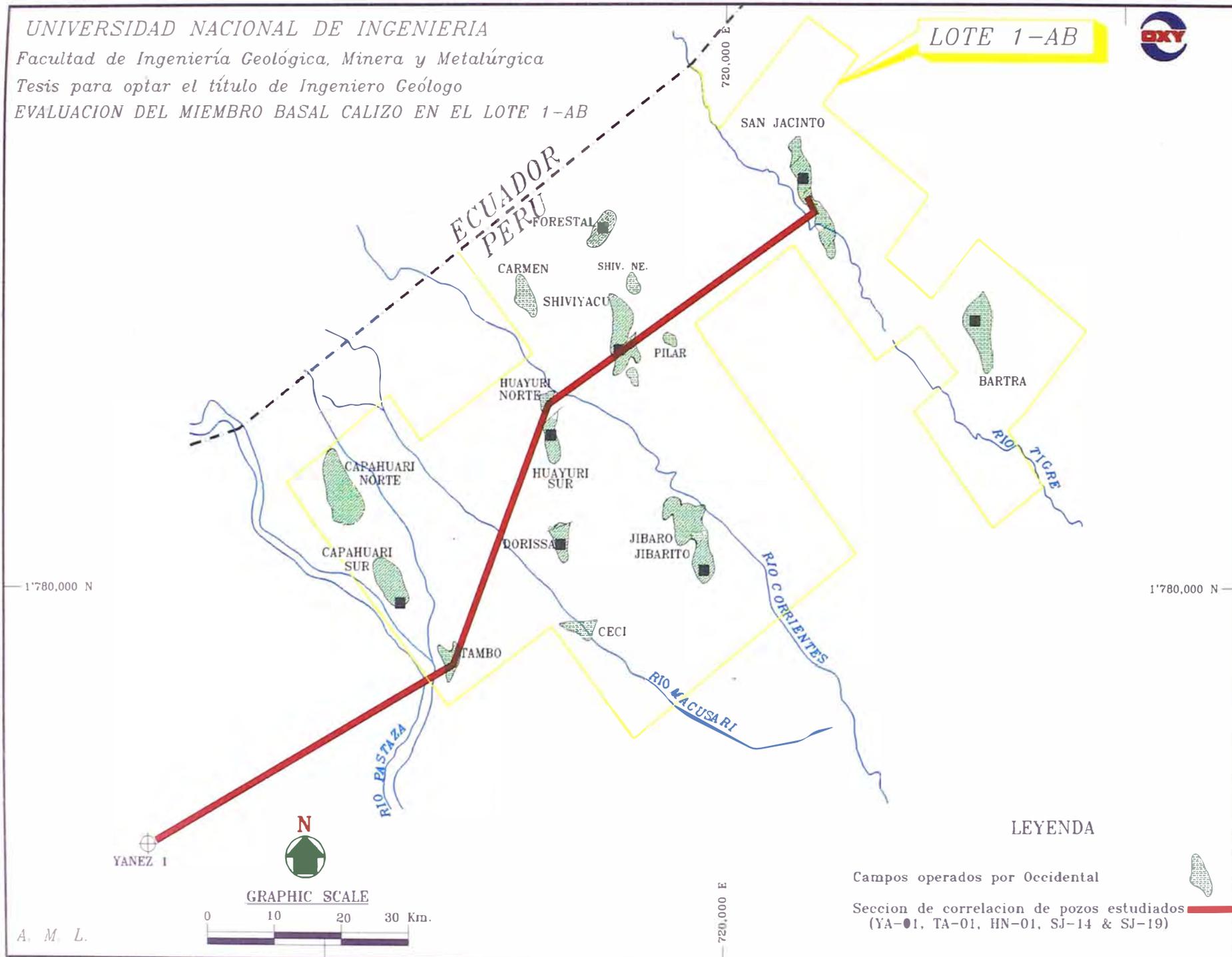
tra ubicada dentro de esta cuenca siendo sus coordenadas geográficas limitantes:

- 2° 30 minutos a 3° 30 minutos Latitud Sur aproximadamente.

- 75° 30 minutos a 77° 10 minutos de Longitud Oeste de Greenwich aproximadamente. Y está comprendida dentro de las provincias del Alto Amazonas y Loreto, en la Región Amazonas correspondiendo al lote 1AB del área de contrato que actualmente opera la Occidental Peruana INC.



LOTE 1-AB



SECUENCIA DEL ESTUDIO

- 1ro.** Recopilar información bibliográfica, necesaria para comprender las diferentes litologías existentes en calizas y escoger, la clasificación mas adecuada para los objetivos buscados en estas rocas .
- 2do.** Luego de escoger el tipo de clasificación, realizar un estudio con el microscopio de luz transmitida, de las secciones delgadas. Para esto se tomarán 10 estaciones por muestra en las que se refleje, con mayor claridad, el tipo de litología a la cual pertenecen.
- 3ro.** Seguidamente comparar las imágenes del microscopio con fotografías de las fuentes bibliográficas. Para esto se utilizó la lectora de microfotografías de la Facultad..
- 4to.** Tomar microfotografías sin reflejar zonas de mayor porosidad, a fin de tener mas a la mano las diferentes litologías y fijarse si es paralelo o perpendicular a la estratificación. Observar los distintos tipos de microporosidades, para encontrar condiciones favorables para la acumulación de hidrocarburos.
- 5to** Analizar o interpretar pie por pie, para hacer una columna tentativa de cada pozo, por separado, para luego intentar una correlación de todo el campo SW-NE aproximadamente. Yáñez - Tambo - N. Huayuri - San Jacinto.

CAPITULO I

1.0.GEOLOGÍA REGIONAL

Se hace un resumen de la secuencia estratigráfica desde el Paleozoico hasta el Cuaternario de los sedimentos depositados en la Selva Norte comprendido ésta desde la Cordillera Oriental hasta sus bordes limitados por los escudos de Guayana y Brasil.

1.1. ESTRATIGRAFIA

1.1.1. PRE - CAMBRIANO COMPLEJO BASAL DEL MARAÑÓN

El zócalo precámbrico de la Cordillera Oriental , aflora en los flancos del profundo valle del Marañón en el Norte, en los alrededores de Huánuco, las Sierras de Carpish, así como en Huagoruncho, Tarma, Huaytapallana, Vilcabamba y otros lugares de esta Cordillera.

La litología consiste principalmente en gneises, micaesquistos, anfibolitas y filitas, características relativamente homogéneas en todos los afloramientos conocidos de la Cordillera Oriental.

Este complejo metamórfico se encuentra truncado por una antigua discordancia erosional sobre la que yacen sedimentos del Paleozoico inferior.

1.1.2. PALEOZOICO

1.1.2.1. ORDOVICIANO Fm. Contaya (Llanvirniano)

En el subsuelo de la Selva norte las rocas más antiguas corresponden al Devónico , no obstante, en el área de la confluencia de los ríos Tigre y Marañón se ha constatado

la continuidad de la Formación Contaya (Llanvirniano) en el subsuelo por el pozo Marañón 110-1 (Texaco) perforado por la Compañía Texaco

Entre su fauna, además de graptolites, Didimograptus sp. cf. Nicholsoni Lapw se han encontrado trilobites, Megalaspidella sp. cf. M. Kayseri Kabayashi del Arenigiano superior (en el Km. 160, carretera Ollantaytambo-Chaullay-Cuzco) además de ostracodos, briozoarios y cefalópodos.

1.1.2.2. SILURIANO Fm Cancañari (Llandoveriano-Wenlockiano)

Representado por depósitos Glacio-marinos que constituyen la tillita Zapla . Es un microconglomerado de matriz areno-arcillosa, negra y con cantos pequeños de orden milimétrico de cuarzo. Estos depósitos presentan estructura masiva y su potencia varía de 50 a 200 metros.

Este horizonte ha sido reconocido al norte de Argentina en la mina Zapla; en Bolivia se conoce con el nombre de Formación Cancañari de edad Llandoveriano a Wenlockiano

1.1.2.3. DEVONIANO

En áreas del bajo Marañón, depósitos atribuidos al Devónico suprayacen concordantemente a la Formación Contaya, encontrándose en la Selva Norte en el subsuelo por el pozo Marañón 110-1.

Su parte inferior contiene braquiópodos de edad Silúrica, en tanto que en el Cuerpo Central se encuentran braquiópodos, trilobites, gasterópodos, etc de edad eodevónica a mesodevónica. Esta secuencia suprayace en

forma transicional al Silúrico , presentando en su parte superior discordancia angular por lo general, lo cual separa el Paleozoico Inferior del Paleozoico Superior.

1.1.2.4 . CARBONIFERO, MISSISIPIANO Y PENNSYLVANIANO

MISSISIPIANO

No está comprobado su presencia en el Llano Amazónico.

PENNSYLVANIANO

-Grupo Tarma: (Namuriano-Westfaliano)

En el pozo Marañón 110-1, la sección de unos 70 metros de grosor, atribuida al grupo Tarma muestra una facies terrígena de lutitas gris oscuras y negras, micromicáceas y fisibles conteniendo foraminíferos, ostracodos y braquiópodos indicativos del Pennsylvaniano Medio, e incluye un banco delgado de areniscas cuarcíticas basales discordantes sobre las rocas Devónicas.

El límite superior generalmente es una discordancia sobre la que reposan los sedimentos del Pérmico Inferior.

1.1.2.5. PERMIANO:

PERMIANO INFERIOR A MEDIO. Grupo Copacabana (Leonardiano

inf.) En el bajo Marañón, se atribuye esta edad a una secuencia de unos 300 metros de grosor suprayaciendo en forma discordante al Paleozoico y ligeramente en discordancia angular a la Pre-formación Sarayaquillo.

PERMIANO SUPERIOR-TRIASICO INFERIOR. Grupo Mitu:

Se le encuentra como depósito detrítico-rojizos y volcánico-detríticos debajo de formaciones Mesozoicas y

que pueden corresponder a este grupo.

La consiguiente erosión y peneplanización, que abarca hasta el Triásico, reduce el relieve sobre el cual transgrede el mar del Triásico superior

1.1.3. MESOZOICO

1.1.3.1. TRIASICO-JURASICO. Grupo Pucara:Formacion Santiago (Noriano)

En el subsuelo del llano amazónico no se conoce aún muy bien su distribución.

La Formación, atribuida al Liásico, se extiende a lo largo de la faja subandina peruana, hasta el boquerón del Padre Abad, en Tingo María y el Alto Huallaga. La unidad se adelgaza rápidamente el Este y Noreste sin alcanzar el valle del Ucayali ni la región del Río Corrientes. Esta formación es pobre en fauna.

1.1.3.2. JURASICO MEDIO E INFERIOR: Formacion Sarayaquillo (Liasico).

Kummel (1946-1948) aplicó esta denominación a una unidad de areniscas rojas de grano fino y laminación cruzada, de probable edad jurásico superior, en la región de Cushabatay. Infrayace con discordancia angular al Grupo Oriente y suprayace con aparente concordancia a la Formación Santiago (Boquerón del Padre Abad; Huff, 1949). Edad Jurásico (Lammons, 1968).

1.1.3.2. CRETACICO

Comprende la siguiente estratigrafía:

-Grupo Oriente: (Kummel, 1949)

COLUMNA ESTRATIGRAFICA COMPUESTA CUENCA MARAÑON

| PERIODO EPOCA | ETAPA | ROCA | | LITOLOGIA | ESPESOR (mts.) | DESCRIPCION LITOLOGICA | BIOESTRATIGRAFIA | | | | | MICROFOSILES | MEDIO AMBIENTE DEPOSICIONAL | |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------|-------------------|---|--|--|------------|------------------------|------------------------------------|--|--|---|
| | | FORMACION | | | | | ZONAS | | | ZONAS PALINOLOGICAS | MICROMOLUSCOS | | | |
| | | | | | | | CHAROFTAS | FORAMINIFER | OSTRACODOS | | | | | |
| CUATER | PLEISTOCENO | ALUVIAL | | | | | | | | | | | | |
| | | CORRIENTES | | | 1300 -100 | ARS: GRIS CLARA-VERDOSA, LITICA, CANT. DE CALIZA Y ARCILLITAS | | | | | | Tallo de vegetales carbonizados | CONTINENTAL FLUVIAL | |
| TERCIARIO | PLIOCENO | IPURURO | | | 120 1100 | ARS: GRIS CLARA, CUARZOSA, CANT. CALIZA GRIS CLARA, Y LODOLITA ABIGARRADA | T.u. Irregularis | | | | | Charites neshuyaensis Ostracodos 026, 014. 142 | FLUVIAL NO-MARINO | |
| | | PEBAS | | | 100 -600 | LUT: GRIS, AMARILLA, SUAVE, CON INT DE MARGA | Retalla Pseudalacuna macróptera | | | | | Hidrobia (Conrad) confusa, Liris minúscula, Semislinus tuberculiferus Ostracodos 014, 026, otros | LAGUNAL | |
| | MIOCENO MED. | CHAMBIRA | | | | 1600 | LODOLITA Y LUTITA LOD: VIOLETA, PURPURA, CALCAREA | Cypridels Tectochara parva y Tectochara ucayaliensis | | | | | Ostracodos 026, 014. 142 Tectochara parva T. ucayaliensis oblonga T. ucayaliensis principalis | CONTINENTAL LLANURA DE INUNOACION |
| | | | | | | 700 | ARS: CUARZOSA, FINA, CALC ARC: ROJO, CON NUDULOS LIM: MARRON ROJIZA | | | | | | | |
| | EOCENO MED. SUP. | POZO | | | | 109 | LUTITAS GRIS VERDOSAS, FISIBLE, GLAUCONITICA | Amniobaculites Ostracodos | | | | | Amniobaculites sp. Haplophragmoides sp. Cypridels sp. Cytheridea sp. Oogonios Restos de microlamelibranchios | MARINO MARGINAL A CONTINENTAL |
| | | | | | | 58 | ARENISCA BLANCA, CUARZOSA ARCILLAS | | | | | | | |
| | EOCENO INF. PALEOCENO MED. SUP. | YAHUARANGO | | | | 900 | LOD: MARRON ROJIZO | Sphaerochara cf. Brewsterensis | | | | | Sphaerochara shebonensis Sphaerochara ungarahuensis Sphaerochara huaroensis | FLUVIAL |
| | | | | | | 400 | LOD: ROJO LADRILLO, LIMOLITICA, CALCAREA | | | | | | | |
| | CRETACICO SUPERIOR | MAESTRICHTIANO | BASAL TERCIARIO | | | 5 | ARS: C/INT. LUMUS | Parochara glidem. | | | | | Parochara glidem. costata Rhabdochara rolli | LACUSTRINO |
| | | | CACHIYACU | | | 150 10 | LUT. C/INT ARS. | Rhabdochara rolli Amniobaculites | | | | | Amniobaculites | MARINO SOMERO |
| CAMPANIANO | | VIVIAN | | | 20 140 | ARS: BLANCA/GRIS. CUARZOSA, C/INT. LUT. GRIS | | | | | Tolyrella biacuta Millamina sp. | FLUVIAL-DELTAICO | | |
| SANTONIANO | | CHONTA | | | | 200 | LUT. C/INT ARS. Y CAL. | Coprolitos | | | | | Rotolia spp. Amniobaculites spp. Haplophragmoides spp. Brachyocythere 201, 016. 020 Protobuntonia 163, 161 Paracypris 035 Globygerina spp. otros | MARINO NERITICO |
| | | | | | | 300 | CALIZA PRINCIPALMENTE LUT. C/INT ARS. | Brochocythere | | | | | | |
| CENOM. TUR | | GRUPO ORIENTE | AGUA CALIENTE | | | 60 300 | ARS: BLANCA, CUARZOSA, FINA, ARCILLOSA. | | | | | | Microreticulotes | MARINO DELTAICO |
| | | | RAYA | | | 130 40 | LUT. GRIS FISIBLE INT/ARS, Y LIMOL. | | | | | | Amniobaculites spp. Rephox sp. | PLATAFORMA MARINO |
| ALB. - APT. NEOCOM. SUP. | | GRUPO ORIENTE | CUSHABATAY | | | 430 90 | ARS: BLANCA, CUARZOSA, MATRIZ ARCILLOSA | | | | | | | LINEA DE COSTA A MARINO DELTAICO |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| JURASICO SUPERIOR | | KIMERIG / OXFORDIANO | SARAYAQUILLO | | | | 1500 200 | ARS: ROJO LADRILLO/MARRON, CON /INT. LIMOLITAS Y LUTITAS ROJAS, CONGL. Y EVAPORITAS. | | | | | | FLUVIAL |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| JURASICO INF. SUP. | SINEMURIANO / NORIANO | PUCARA | | | | 1000 50 | ARS: CUARZOSA FINA, C/INT. LUT., EVAP. Y CALIZAS | | | | | | MARINO | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| PERMICO SUP. | SCYTHIANO / TATARIANO | MITU | | | | 900 50 | ARS: ARCOSICA, CONGLOM Y LUTITAS ROJAS, VOLCANICOS. | | | | | | VOLCANICO CLASTICO | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| PERMICO INF. | KUNGORIANO / BASHKIRIANO | COPACABANA TARMA | | | | 1300 200 | CAL. Y DOLOMITAS MICRITAS-ESPARRITICAS INT. LUT., ARS Y EVAPORA- | Microreticulites Reliefichia | | | | Microescolanodontes | MARINO | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| DEVONICO MED. INF. | EIFELIANO / EMISIANO | CABANILLAS | | | | 200 1000 | LUT: GRIS OSCURA NEGRA, CARB., INT., CAPAS DELG. ARS. FINA | | | | | Braquiópodos Tritobites Gasterópodos Braquiópodos silúricos | MARINO | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| P.K. ORDOV. MED. | LLANVIRNIANO | CONTAYA | | | | 300 | ARS: CUARCITAS GRISES, FINAS. COMP DELG. INT. LUT. Y LIMOL | | | | | Graptolitos Tritobites Braquiópodos | MARINO LITORAL | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | BASAMENTO | | | | | ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS | | | | | | | |

Conformado por areniscas cuarzosas bien distribuidas en el Oriente.

El Grupo Oriente, se subdivide en las siguientes Formaciones: Cushabatay, Raya y Agua Caliente.

-Formación Cushabatay: (Neocomiano-Albiano inferior)

Descrita por Kummel (1946).

Consiste en areniscas blanquecinas, cuarzosas, con estratificación cruzada y en bancos macizos, con intercalaciones de lutitas limosas micáceas, con restos de vegetales y horizontes carbonosos con un espesor promedio de 400 a 500 metros. Esta Formación suprayace a la Formación Sarayaquillo con relativa discordancia angular y también sobre unidades antiguas que pueden ir desde el Ordovícico al Jurásico. Infrayace transicionalmente a la Formación Raya, de facies marina. Edad Neocomiense a Aptiano-Albiano. La parte inferior de la unidad se le atribuye como Neocomiano superior.

-Formación Raya: (Albiano)

Es equivalente a los miembros Paco, Esperanza y Aguanuya, descritos en el río Cushabatay por Kummel (1948). La Formación toma el nombre de Quebrada Raya.

En el subsuelo del área del Río Corrientes, dentro del área en estudio, recibe el nombre de Formación Raya, KUMMEL (1948), presentando capas delgadas de areniscas de grano medio y fino intercalado de volcánicos claros y lutitas oscuras con un espesor promedio de 150 metros en su área tipo.

Muestra un contacto gradacional sobre la formación

Cushabatay.

Brenner (1968) y Lammons (1968 y 1970) identificaron palinomorfos que indica una edad Albiense a Turoniense.

Por la presencia del palinomorfo Elaterosporites protensus, el cual se encontró en la parte superior de la sección de Cushabatay, la parte basal nos indica edad Aptiano (Zona de Pentapsis valviae) y la parte media Albiano Inferior.

-Formación Agua Caliente (Cenomamiano inf.-Turoniano inf.) Descrita por Morán y Fyfe (1930) en el Río Pachitea y por Kummel (1948) con el rango de miembro, en la zona de Contamaná.

Esta Formación está compuesta por areniscas blanquecinas, de grano medio a grueso, hasta conglomerádicas, cuarzosas, de estratificación maciza y cruzada con intercalación de lutitas negras carbonosas conteniendo restos de plantas alcanzando 270 metros de espesor en su área tipo. En la región de Río Santiago se hacen predominantes las lutitas, pasando de facies marina confundándose con la parte inferior de la Formación Chonta. Lammons (1968) indica una edad del Cretáceo medio basándose en palinimorfos.

Por posición estratigráfica su edad sugiere ser Cenomamiano inferior a Turoniano inferior .

-Formación Chonta: (Turoniano inf.-Campaniano inf.)

Definida originalmente por Morán y Fyfe (1933) en la Isla Chonta sobre el río Pachitea.

Las areniscas basales de esta Formación fueron definidas

inicialmente como Miembro Huaya, por Kummel (1948)

Para Ruegg (1947) el Miembro Huaya forma parte de la

Formacion Chonta.

Esta constituida por lutitas, margas y calizas negras, grises y verdosas y lechos delgados de areniscas calcáreas. Su contenido fosilífero, de facies marina, indican una edad del Cretáceo Superior con un grosor que varía entre 150 a 250 metros en la región del río Corrientes, en tanto que en la región del río Pastaza pasa a más de 300 metros. En la región del río Santiago tiene de 900 a 1200 metros de espesor siendo lutácea.

Esta Formación suprayace a la Formación Cushabatay en concordancia aparente e infrayace a la Formación Vivian transicionalmente; en el lote 1-AB existe un contacto neto.

En el Lote 1-AB, la Formación Chonta presenta un espesor promedio de 230 metros, constituido por una secuencia sedimentaria de lutitas negras a gris oscuras, bien fisibles, interestratificadas con areniscas calcáreas, glauconita, calcilutitas, calcarenitas y areniscas glauconíticas en la base. La edad de la Formación es desde el Turoniano inferior a Campaniano inferior. La caliza principal Chonta, cuya facies es netamente marina, hacia la parte nororiental de la cuenca, en donde no tenemos a la caliza principal, la diferenciación se hace difícil por el hecho de contar con la facies del complejo Deltaico, que progresa del este al

sureste, en el lote 1-AB toda la formación Chonta es arenosa (Lupuna, Cético)

Sin ánimo de hacer una nueva definición, la zona de transición sería equivalente al denominado miembro Huaya de Kummel.

La presencia de la caliza maciza suprayaciendo inmediatamente a las areniscas fluvio marinas, indica la rápida fluctuación de los límites de la cuenca, por efecto de la subsidencia. El área de aporte de los sedimentos estuvo ubicada al este (Escudo brasilero Guyanés)

Así mismo se puede hablar de progradación hacia el oeste de la facies denominada Complejo Deltaico ubicado en la parte nororiental de la cuenca que dificulta la distinción de la zona de transición.

-Formación Vivian: (Kummel, 1948) (Campaniano inferior)

Denominada Formación "Rampart" (IPC); "Areniscas de Azúcar", en el Bajo Pachitea (Morán y Fyfe, 1933); "Arenita de Divisor", en el Territorio del Acre (Moure y Wanderly, 1938); "Areniscas Sungara" (Oppenheim, 1957) y "Areniscas San Fernando", en el Ecuador.

En el subsuelo de la región Norte comprendida entre los ríos Pastaza y Marañón, esta Formación está compuesta por areniscas de grano grueso subangular a subredondeado y semilechoso en una matriz tobácea blanquecina, intercalado con areniscas similares de grano medio y fino, lutitas oscuras carbonosas y limo-arenosas y algunas

tobas volcánicas finas blanquecinas. Esta Formación tiene un espesor promedio de 100 metros en la región del río Santiago, al Norte, en tanto que desde Yurimaguas hasta la frontera con Ecuador disminuye en forma gradual hasta menos de 40 metros.

Elsik (1964 y 1966) asigna una edad Campaniano mediante el estudio de esporas a las muestras recogidas en las vecindades de Contamán.

La Formación Vivian suprayace a la Formación Chonta en forma de concordancia aparente infrayaciendo igualmente a la Formación Cachiyacu.

La edad de la Formación es desde el Campaniano Tardío al Maestrichtiano.

El ambiente es Continental a probablemente fluvial

-Formación Cachiyacu: (Maestrichtiano)

Kummel (1948), en la Quebrada Cachiyacu, la describe como un conjunto de lutitas oscuras, arcillas margosas y limolitas, intercalándose las capas de facies marina con lechos de ambiente salobre, con un espesor de 150 metros. En esta área la Formación Cachiyacu suprayace a la Formación Vivian e infrayace en forma transicional a las capas rojas y basales de la Formación Huchpayacu.

Pilsbry (1944) en base a un estudio paleontológico le asigna una edad Maestrichtiense, sin embargo, se le atribuye una edad Cretácico Superior debido al pobre material fosilífero.

-Formación "Basal Terciario": (Maestrichtiano sup,

En el Lote 1-AB está constituida por arenisca blanca,

ligeramente gris de grano fino a muy fino, moderadamente clasificada, subangular, con matriz arcillosa, no calcárea y ligeramente friable.

1.1.4. CENOZOICO

1.1.4.1. TERCIARIO

-Formación Yahuarango: (Thanetiano)

Kummel (1948) en su estudio de la región de Este del Perú denominó a estas rocas como Grupo Contamana.

En el Marañón se compone de lutitas y lodolitas con areniscas finas hasta con 800 metros de espesor.

Esta Formación tiene gran extensión y es de facies fluvial.

Suprayace al Miembro "Basal Terciario" e infrayace a la Formación Pozo.

-Formación Pozo: (Eoceno-Oligoceno)

Descrita por Williams (1949) en la región del Valle de Santiago, en los afloramientos entre el río Yurimaguas y el Sur del Ecuador.

Esta Formación es una secuencia marina de aguas someras hasta salobres cuya litología en el miembro inferior es arenoso, areno-cuarzoso, de color hialino con ocurrencias blanco lechosas, de grano fino a medio en el tope y grueso a muy grueso en la base, subangular, con matriz caolinítica, pobremente cementada, friable, con intercalaciones lutáceas, donde se incrementa una matriz caolinítica tufácea hacia la base, en tanto que en el miembro

SINOPSIS ESTRATIGRAFICA DE LA CUENCA MARAÑÓN

| SISTEMA/SERIE | FORMACION |
|--|---|
| Cuaternario | Aluvial |
| Fase Tardiandina | |
| Plioceno a Pleistoceno | Corrientes |
| Fase Quechua 3 | |
| Plioceno a Mioceno superior | Marañón |
| Fase Quechua 2 | |
| Mioceno inferior a medio Oligoceno a Mioceno | Pebas Chambira |
| Fase Quechua 1 | |
| Eoceno superior a Oligoceno | Pozo |
| Fases Aymara e Inca | |
| Eoceno medio | Yahuarango |
| Fase sin nombre | |
| Maastrichtiano Campaniano superior Campaniano inferior | Casa Blanca - Huchpayacu Cachiyacu Vivian |
| Fase Peruana | |
| Santoniano Coniaciano Turoniano | Chonta Agua Caliente |
| Fase Mochica | |
| Albiano inferior Aptiano | Raya Cushabatay |
| Fase Nevadiana | |
| Oxfordiano a Titoniano | Sarayaquillo |
| Fase Araucana | |
| Norian a Calloviano | Pucará |
| Fase Finihercénica | |
| Kazaniano a Scythiano | Mitu |
| Fase Tardihercénica | |
| Sakmariano a Artinskiano Namuriano a Sakmariano Tournaisiano a Namuriano | Copacabana Tarma Ámba |
| Fase Eohercénica | |
| Siegeniano a Famenario | Cabanillas |
| Orogenia Caledónica | |
| Llanvirniano a Llandeillano | Contaya |
| Fase Brasiliana | |
| Precambriano | Basamento |

lutáceo superior presenta tonalidades típicas gris verdosa a gris, gris brunáceo, firme, textura suave, muy fisible, acicular, quebradiza, con inclusiones de glauconita, pirita, trazas de carbón diseminado, siderita y en menor proporción marcasita, yeso y calcita como accesorios y no es calcáreo.

En el área tipo del río Santiago, (Williams, 1949) cuenta con un espesor de 440 metros. En el Lote 1-AB ocurre en el subsuelo con un espesor de 185 metros.

La Formación Pozo suprayace concordante a la Formación Yahuarango e infrayace transicionalmente a la Formación Chambira, confirmado litológicamente en las muestras de canaleta y los registros eléctricos.

La Formación, esta bien desarrollada en el Norte, entre Yurimaguas y el Ecuador (Cuenca de Santiago), en el Huallaga central y en el subsuelo de los ríos Tigre y Corrientes es restringida.

En la Selva Norte la flora y fauna encontradas son escasas, poco variadas y presentes solo hacia el tope, comprenden: Ammobaculites sp. que es el más frecuente, Haplophragmoides sp., Cytheridea sp., Cyprideis sp., carofitas escasas tales como Tectochara ucayaliensis n. sp., Tectochara ucayaliensis principalis n. subsp., otras, microgasterópodos y restos de conchas.

En el curso medio del río Ucayali, Blissenbach (1962) indica la presencia de Porochora gildemeisteri costata, Tectochara supraplana sulcata, Tectochara supraplana, Ostracodo 12.

La sección medida en el río Huallaga presenta

Haplophragmoides sp., Ammobaculites sp., Trochammina sp., Porochara gildemeisteri y Ostracodos, donde la Formación Pozo es restringida.

En áreas de los ríos Tambo y Pongo de Mainique, las muestras de afloramiento no contienen microfauna ni microflora.

En el área tipo (Williams), las muestras presentan microfósiles estudiados por A.A. Olsson, quien los asigna al Oligoceno, sin indicar cuáles microfósiles identificó. Comparativamente en la Selva Central y Norte se le atribuía la misma edad, aunque Pilsbry (1944) reconoció Pomaceamanco, Hemisinus avus, Hemisinus pictus, Mytilopsis singewaldi y Corbula arcana que considera de edad Oligoceno superior a Mioceno Inferior, actualmente se consideran de edad Plioceno.

Esta Unidad es clave para determinar el límite entre las secuencias del Terciario Inferior y Superior.

-Formación Chambira: (Mioceno)

Descrita por Kummel (1949) en el área de los Cerros Cushabatay. El nombre proviene de la quebrada Chambira. En la Selva Norte predominan capas de lodolitas abigarradas (rojas, púrpuras y amarillas) haciéndose más lutáceas, de color verde grisáceo hacia la base, intercaladas con areniscas y limolitas.

En toda la sección abundan capas de anhidrita y nódulos calcáreos, por lo cual se asume que fue de ambiente Continental.

El espesor total es de 1453 metros suprayacentes a la Formación Pozo en contacto transicional e infrayacente a la Formación Pebas concordantemente.

La parte superior a media es pobre en microfósiles, en tanto que desde la parte media a inferior se comienzan a encontrar oogonios de carofitas, ostracodos. Restos de peces y restos de conchas de edad Miocénica.

-Formación Pebas: (Mioceno sup.-Plioceno inf.)

Su localidad tipo es el pueblo Pebas, en la margen izquierda del río Amazonas y al este de Iquitos.

En el subsuelo de los ríos Tigres, Corrientes y Pastaza la Formación consiste de lutitas verdosas con intercalaciones de margas, calizas blanco-sucias, cremas a gris claro blanquecinas y capas delgadas de coquina constituida por abundantes restos de gasterópodos hacia la base y techo; así como a diversos niveles se presentan lodolitas rojizas, capas delgadas de lignito marrón negruzco a negro, quebradizo, interlaminado con pirita y capas amarillentas de micromoluscos de un espesor máximo de 250 metros en el subsuelo.

Esta Formación suprayace a la Formación Chambira e infrayace a la Formación Ipururo.

La microfauna consiste de abundantes microgasterópodos y de ambiente salobre a marino y menos frecuentemente pelecípodos. Actualmente se le considera de edad Plioceno.

1.1.4.2. CUATERNARIO

-Formación Ipururo:

Esta potente secuencia de molasa en el subsuelo de la región, al norte del río Marañón entre los ríos Tigre y Corrientes presenta más de 500 metros de espesor, está compuesta de lodolitas rojas y amarilla con intercalaciones de anhidrita, yeso y pirita a niveles diferentes; intercalaciones de lodolita, areniscas de grano medio y margas e intercalaciones de arenisca fina y media con margas y calizas.

Su escaso contenido fosilífero consta de restos de vegetales piritizados, restos de peces y tallos de carofitas.

Esta Formación suprayace a la Formación Pebas e infrayace a la Formación Corrientes.

Se le asigna edad Pleistoceno por posición estratigráfica.

-Formación Corrientes: (Pleistoceno)

El nombre deriva de la localidad de Corrientes. Esta compuesta de areniscas de grano grueso a medio con granos de rocas ígneas, cuarzo blanco hasta lechoso y menor proporción de micaesquistos acompañados por ilménita y jaspe. Hacia la base aparecen intercalaciones de lodolitas verdosas y marga.

El contenido fosilífero está constituido de tallos de vegetales carbonizados. Se le asigna edad Pleistoceno a Reciente por posición estratigráfica.

El ambiente de depósito fue Continental.

-Depósitos aluviales recientes: Cuaternario reciente.

Sobre las Formaciones anteriores, se encuentran aflo-

rando en el área del Lote 1-AB rocas que van en edad desde el Terciario Superior (Plioceno) al Holoceno y están conformadas por areniscas, limolitas, arcillitas, margas (Fm. Marañón o Fm. Ipururo), niveles de conglomerados areno-arcillosos (Fm. Iquitos o parte superior de la Fm. Corrientes), niveles carbonosos, y cubriendo con 2 metros de espesor en discordancia erosional a estos sedimentos, materiales aluviales del Holoceno Inferior, ligeramente consolidados, con horizontes de suelos; y materiales aluviales del Holoceno Superior, sueltos y sin desarrollo de suelos.

Estos materiales aluviales fueron depositados por corrientes fluviales (en especial el río Pastaza, con arenas negras y ferromagnesianas; del río Tigre, con arenas blanquecinas y cuarzosas y del río Corrientes, con arenas pardas y arcillosas) se encuentran en los cauces, lechos de inundación y en las terrazas (ONERN, 1984).

1.2. DESCRIPCION DE LA TECTONICA SECUENCIAL EN EL LOTE 1AB

El lote 1AB está situado en el flanco oriental de la cuenca Marañón, que forma parte de la faja de cuencas de antepais (foreland), ubicadas entre el cinturón orogénico andino y los escudos Guayano y Brasileño. Y forma también la parte superior de la gigantesca sineclisa del Amazonas que se prolonga por el territorio de Brasil. Dicha faja tiene mas de 6,400 kilómetros de longitud, y se extiende desde Argentina hasta Venezuela. Las cuencas que incluye esta faja poseen una gran importancia

económica, ya que en ellas se encuentran los mayores yacimientos de hidrocarburos de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

La cuenca Marañón es conocida como cuenca Napo-Pastaza u Oriente en Ecuador, o como cuenca Putumayo en Colombia.

Tiene una extensión aproximada de 450,000 km² en Perú (Touzett, 1985), de 100,000 Km² en Ecuador (Campbell, 1970), y de 48,000 Km² en Colombia (Govea, 1985).

Esta cuenca se encuentra limitada por una serie de elementos tectónicos generados a lo largo de la compleja historia geológica del área. Estos elementos son los siguientes:

En el Este los escudos Guayano y Brasileño, tectónicamente activos por lo menos desde el Proterozoico (Estrada, 1982), y los Arcos de Cononaco, Corrientes e Iquitos, activos desde fines del Cretácico hasta la actualidad (Dumont, 1990).

En el Oeste la faja subandina (piedemonte), en proceso de levantamiento desde el Oligoceno hasta la actualidad (Pardo, 1982).

En el Sur los altos de Contaya y Contamaná, que la separan de la cuenca Ucayali. Estos altos parecen haber estado activos desde el Jurásico inferior.

En el Norte la cuenca estaría limitada por el Alto de Vaupes, que la separa de la cuenca de los Llanos, en Colombia. Este alto estuvo activo desde el Terciario (Govea, 1985).

La cuenca Marañón tiene una orientación NNO-SSE al Sur

de la deflexión de Huancabamba y una orientación NNE-SSO, al Norte de dicha deflexión (Del Solar, 1982). Una sección estructural de la cuenca, muestra que es asimétrica. Su flanco Este está poco deformado y presenta un espesor relativamente reducido de sedimentos cretácicos y terciarios, con buzamiento muy suave (15.24 m./km.). El flanco Oeste tiene un considerable espesor sedimentario cretácico y terciario plegado y fallado, con fuerte buzamiento hacia el Este. En la zona axial de la cuenca, el espesor de sedimentos es de 9,000-12,000 metros (Luis Mercado 1996).

El lote 1AB se ubica en el flanco oriental de esta cuenca, en una zona de bloques escalonados de basamento cuya subsidencia aumenta hacia el Oeste.

La sección sedimentaria supera los 10,670 m. en Ecuador (Campbell, 1970), los 15,000 m. en Colombia (Govea, 1985) y alcanza 12,000 m. en Perú (Touzett, 1985).

2.0. HIDRODINAMICA DE LOS FLUIDOS EN EL RESERVORIO

El primer paquete de parasecuencias, tiene un gran potencial como roca reservorio. En el pozo Tambo 1 tiene indicios de petróleo, y en el pozo Capahuari Sur 1 tiene gas, y presenta también indicios de petróleo.

Estos bitúmenes han migrado probablemente desde zonas profundas de la cuenca donde ya se ha iniciado la fase de generación marginal de los mismos.

Estas mismas características se observan en la parte ecuatoriana de la cuenca (Smith, 1989). Se considera

que las presiones formacionales altas del eje de la cuenca cretácica, generadas por la presencia de las rocas impermeables en el Oeste, empujarían las aguas formacionales (y el petróleo) hacia la zona más arenosa y permeable, generando un flujo hidráulico de SO a NE desde fines del Cretáceo (del Solar, 1982; Smith, 1989), hasta finales del Eoceno. El ingreso de agua meteórica a las arenas reservorio cretácicas de la parte más profunda de la cuenca, se inició en el Oligoceno, cuando los frentes de cabalgamiento de la faja subandina permitieron dicho ingreso (Megard, 1984; Lay, 1991). A partir de ese momento el flujo hidráulico tuvo una dirección ONO hacia ESE, ocasionado por el aumento de pendiente generado por el levantamiento de los Andes, y que conjuntamente con presiones formacionales más altas originadas en el flanco Oeste de la cuenca, probablemente impulsaron el agua formacional y los hidrocarburos hacia el ESE, siguiendo la dirección del flujo hidráulico regional. Este cambio de dirección de flujo hidráulico dentro de las aguas formacionales podría explicar la existencia de dos patrones de distribución diferentes para los tipos de petróleo identificados en los reservorios de la secuencia Cretácico superior, dentro de las estructuras del lote.

Los estudios geoquímicos indican, a juzgar por el nivel de degradación alcanzado, que el petróleo encontrado en la cuenca Marañón no parece haber seguido una ruta migratoria demasiado larga (Soto, 1986).

MIENTO

La generación marginal de petróleo en el eje de la cuenca cretácica (en el área que ahora corresponde a la cuenca Santiago, situada al Oeste de la faja subandina actual), se inició a fines del Cretácico (del Solar, 1982) y alcanzó la ventana de generación en el Eoceno, durante la fase tectónica Inca (Lay, 1991).

Las rutas migratorias más probables para el petróleo que se generó de las calizas y lutitas cretácicas a partir del Campaniano (generación marginal), fueron las arenas basales de cada una de las secuencias cretácicas, (Fm. Cushabatay, Fm. Agua Caliente, B.Fm. Vivian)

La edad de entrampamiento de los hidrocarburos del lote 1AB parece ser posterior a la fase Quechua (Lay, 1991), ya que las trampas que alcanzaron su máximo desarrollo durante esa fase tectónica están llenas en la actualidad hasta el punto de rebalse (spillpoint) (Becerra, 1991)

Los episodios de basculamiento de la cuenca (Dumont, 1990); Becerra, 1991, Lay, 1991), como consecuencia de la orogenia andina hacia el Oeste, y hacia el sur durante el Eoceno -Oligoceno (deposición Pozo) y en el Mioceno (deposición de Pebas), produjeron, y aún producen, la migración y remigración del petróleo hacia trampas situadas cada vez más hacia el Este y Noreste (Touzett, 1985).

Las trampas del lote 1AB que presentan acumulaciones de petróleo en cantidades comerciales son de tipo estruc-

tural. Se ubican sobre zonas de fallamiento en bloques del basamento precámbrico con rumbos NNO-SSE, reactivadas por el fallamiento hercínico, que forman una paleotopografía parcialmente denudada y casi completamente sepultada por sedimentos jurásicos; que a su vez fue completamente cubierta por un manto uniforme de depósitos cretácicos, que por compactación diferencial forman anticlinales algo asimétricos (mayor buzamiento hacia el Oeste) de muy bajo relieve, sellados por una cubierta de capas rojas terciarias. Estos anticlinales sirven como trampas estructurales o como trampas mixtas. Algunos campos presentan cierre estructural por basculamiento hacia el sur (Huayuri), y/o fallamiento normal (San Jacinto), producto de la reactivación de fallas precámbricas durante la orogenia andina (Becerra, 1991). Las posibilidades de entrampamiento en este último tipo de estructuras, se incrementan si dichas fallas corresponden a la fase Quechua 1, que es aparentemente contemporánea con la fase de máxima generación y migración (Becerra, 1991) pero pueden disminuir si son posteriores.

Estos resultados indicarían que, las condiciones necesarias para la acumulación de yacimientos comerciales dentro del lote 1AB, en ambos reservorios están controladas por los mismos factores.

Sistemas de fallas de basamento NNO-SSE.

Estructuras amplias.

Barreras laterales de permeabilidad.

Porosidades altas.

Sellos múltiples.

Ambientes deposicionales silicoclásticos progredientes.

Rutas migratorias infrayacentes al reservorio.

Rocas madre locales parcialmente inmaduras.

Petróleos derivados de roca madre carbonatada.

Petróleos alóctonos y posiblemente remigrados.

Dos familias distintas de petróleos.

Degradación ligera.

La principal diferencia que existiría entre ambos reservorios, que pueda explicar los mayores índices de éxito del reservorio Vivian respecto al reservorio Chonta, serían una mayor porosidad, y una permeabilidad más homogénea.

CAPITULO II

METODOLOGIA A EMPLEARSE EN INVESTIGACION DE ROCAS CARBONATADAS SEDIMENTARIAS: PETROSCOPIA, REGISTROS DE POZOS Y CLASIFICACIONES.

1.1. PREPARACION DE LAS SECCIONES DELGADAS

La preparación de las secciones delgadas constan de los siguientes pasos:

- a) Corte de la muestra
- b) Desbaste
- c) Montaje
- d) Esmerilado
- e) Acabado

A) Corte de la Muestra.-

Es el primer y uno de los más importantes pasos para la obtención de una muestra adecuada que sea representativa del núcleo.

Si esta se corta inadecuadamente, no se podrá evaluar correctamente sus características microscópicas.

Las dimensiones del rectángulo de muestra cortada es de 24 x 17 mm con un espesor de 6,30 mm aproximadamente, espesor suficiente para hacer una impregnación homogénea y trabajar correctamente la sección delgada.

El corte de las secciones delgadas fueron paralelas a la estratificación y en algunos casos perpendicular a la estratificación.

B) Desbaste.-

En esta etapa de la preparación se trata de nivelar la superficie deteriorada por el corte y producir un

superficie plana y libre de hoyos o relieve intergranular; para esto la muestra es desbastada en un plato de hierro fundido utilizando un abrasivo adecuado y agua como lubricante.

C) Montaje.-

Para fijar la muestra al portaobjeto se utilizó el bálsamo de Canadá sustancia transparente específica para estos casos.

D) Esmerilado.-

El proceso de esmerilado consta de dos partes El esmerilado grueso se realizó con un abrasivo N° 120, desbastó la muestra hasta un espesor de 100 micras aproximadamente y el esmerilado de acabado que se realiza con abrasivo N° 1000 con el que se logra desbastar la muestra hasta que tenga aproximadamente 30 micras espesor adecuado para poder realizar el estudio microscópico correcto.

E) Acabado Final.-

Generalmente el acabado final se realiza a mano y para lograrlo se requiere de mucha habilidad, se coloca la gota de bálsamo de Canadá sobre la superficie de la muestra formando una película delgada, se pone el vidrio cubreobjetos y se lleva al horno a una temperatura de 120° C para su secado y finalmente se limpia y se codifica la sección delgada.

1.2. CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DE LA CALCITA CON EL MICROSCOPIO DE LUZ TRANSMITIDA:

Incoloro en sección delgada, a veces colores grises o

celestes.

Clivaje a 60° , es un cristal en forma de lodo no se puede observar.

Relieve varía con la dirección.

Birrefringencia extrema.

Extinción simétrica respecto a las trazas de exfoliación.

La calcita se presenta principalmente en forma alotriomórfica, también, se observa principalmente en forma de bioclastos (fragmentos de organismos calcáreos), la forma predominante para North Huayuri es calcita intersticial biomicrítica.

En Yáñez se observa la presencia de fragmentos subredondeados a elípticos bien desgastados, con presencia de oolitos.

En el miembro basal calizo del pozo Tambo la calcita es criptocristalina, con distintas tonalidades de color pardo amarillento a amarillo blanquecino llegando casi a blanco.

En las calizas Yáñez se observa una roca gris verdosa a pardo amarillenta, con matriz blanquecina, teniendo fragmentos subredondeados-redondeados algunos alargados (posiblemente por su posición a la hora del corte); en algunas zonas se observa que un microorganismo se encuentra dentro de una partícula aislada.

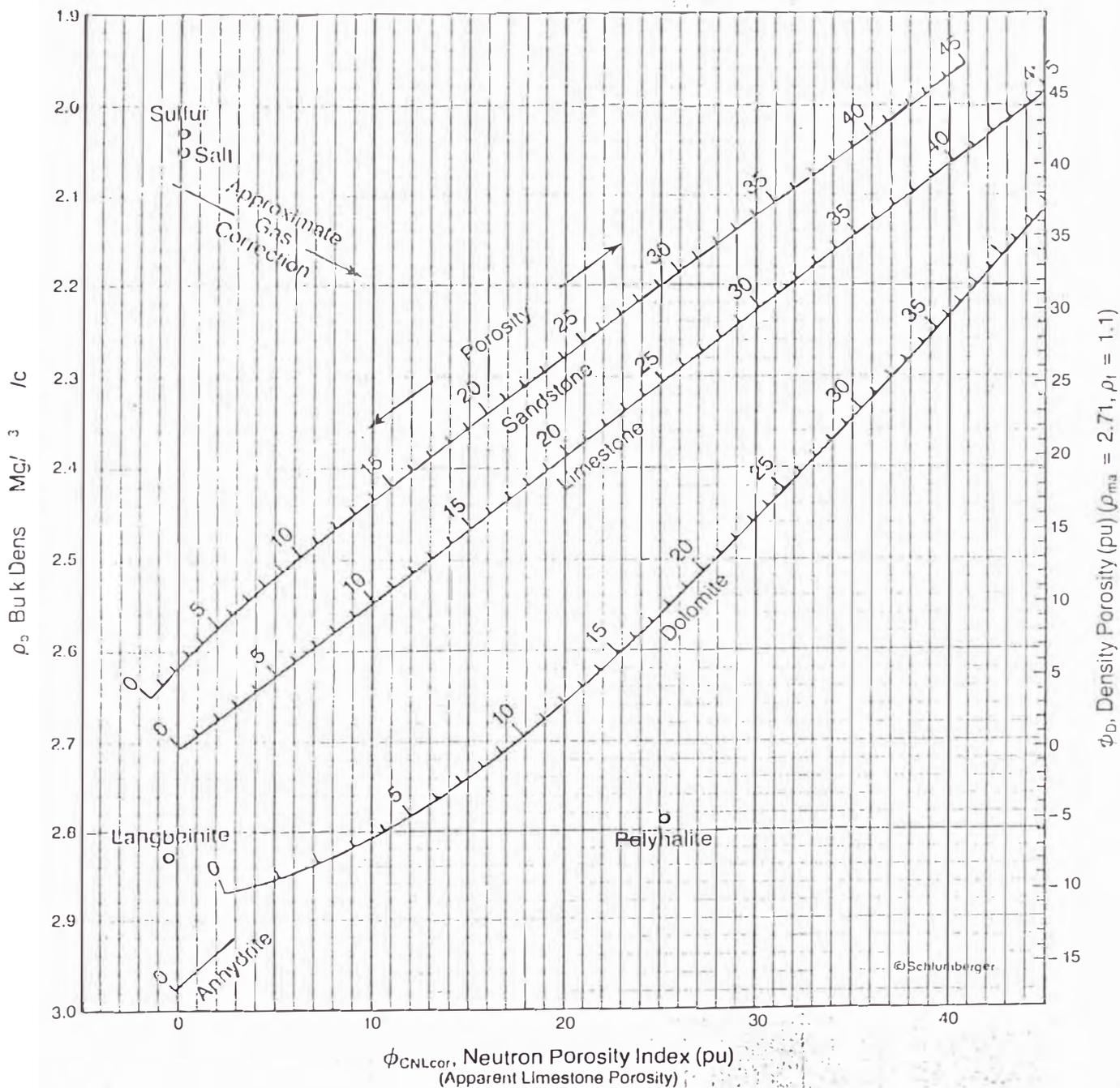
2.1. REVISION DE METODOS PETROFISICOS PARA DETERMINAR POROSIDAD EN CALIZAS

La porosidad de la formación Chonta (Miembro basal calizo)

Porosity and Lithology Determination from Formation Density Log and CNL* Compensated Neutron Log

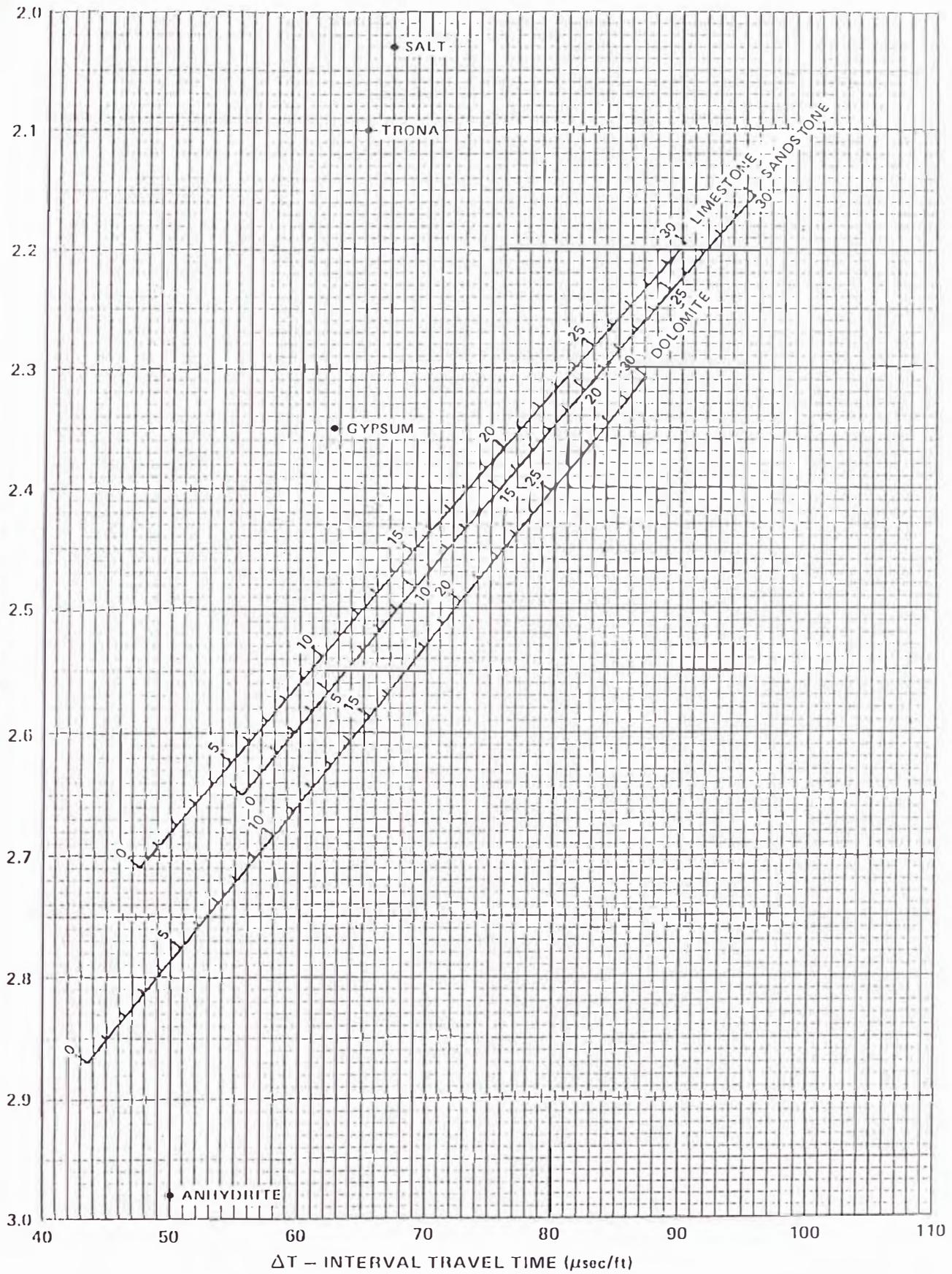
Empirical Charts—To Be Used With Logs That Have Not Been Environmentally Corrected

Salt Water, Liquid-Filled Holes $\rho_l = 1.1$



*Mark of Schlumberger

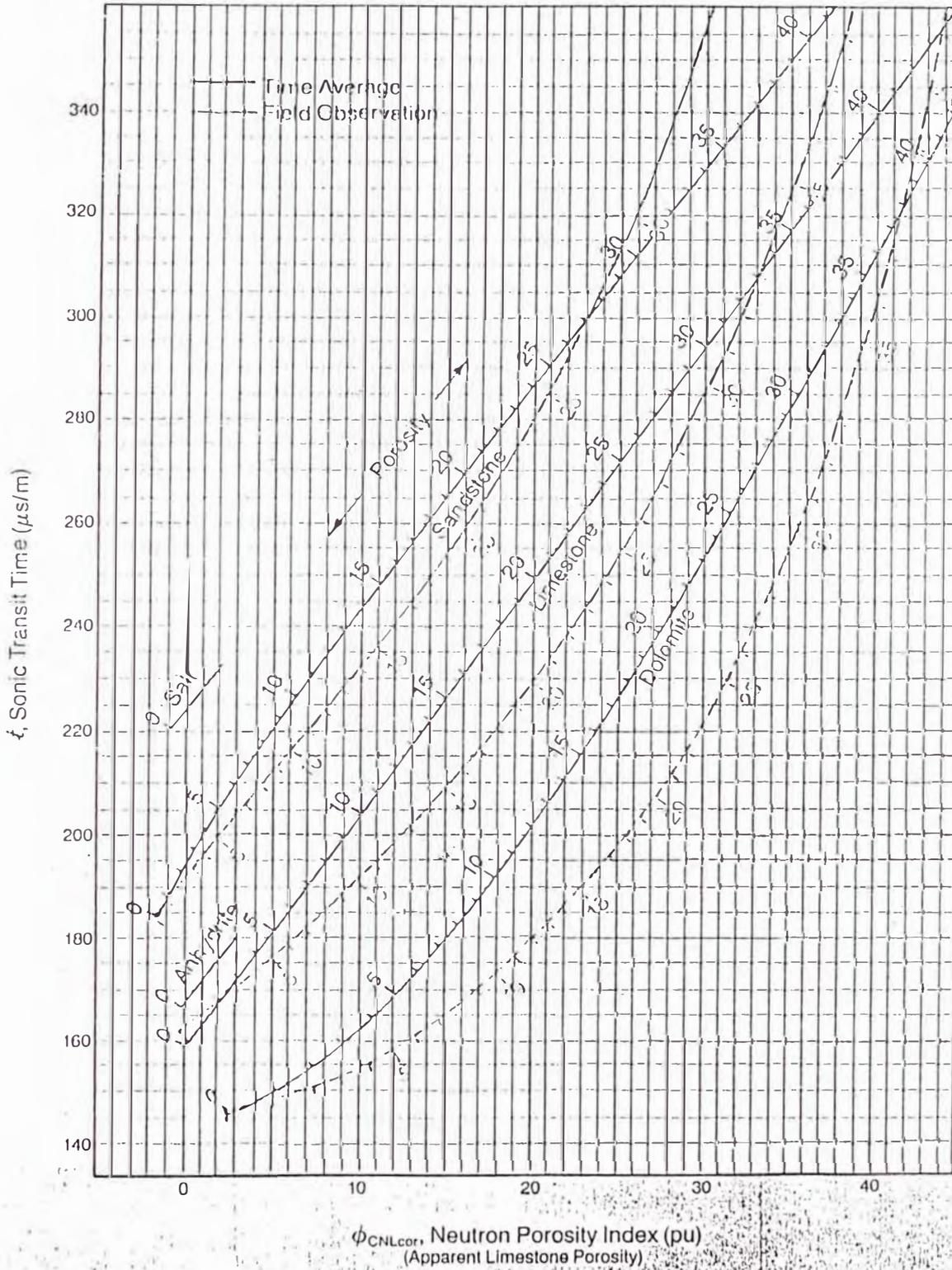
SONIC - DENSITY CROSSPLOT
 ($\rho_f = 1.00, \Delta T = 189 \mu\text{sec/ft}$ FRESH WATER)



Porosity and Lithology Determination From Sonic Log and CNL* Compensated Neutron Log

-Empirical Charts—To Be Used With Logs That Have Not Been Environmentally Corrected

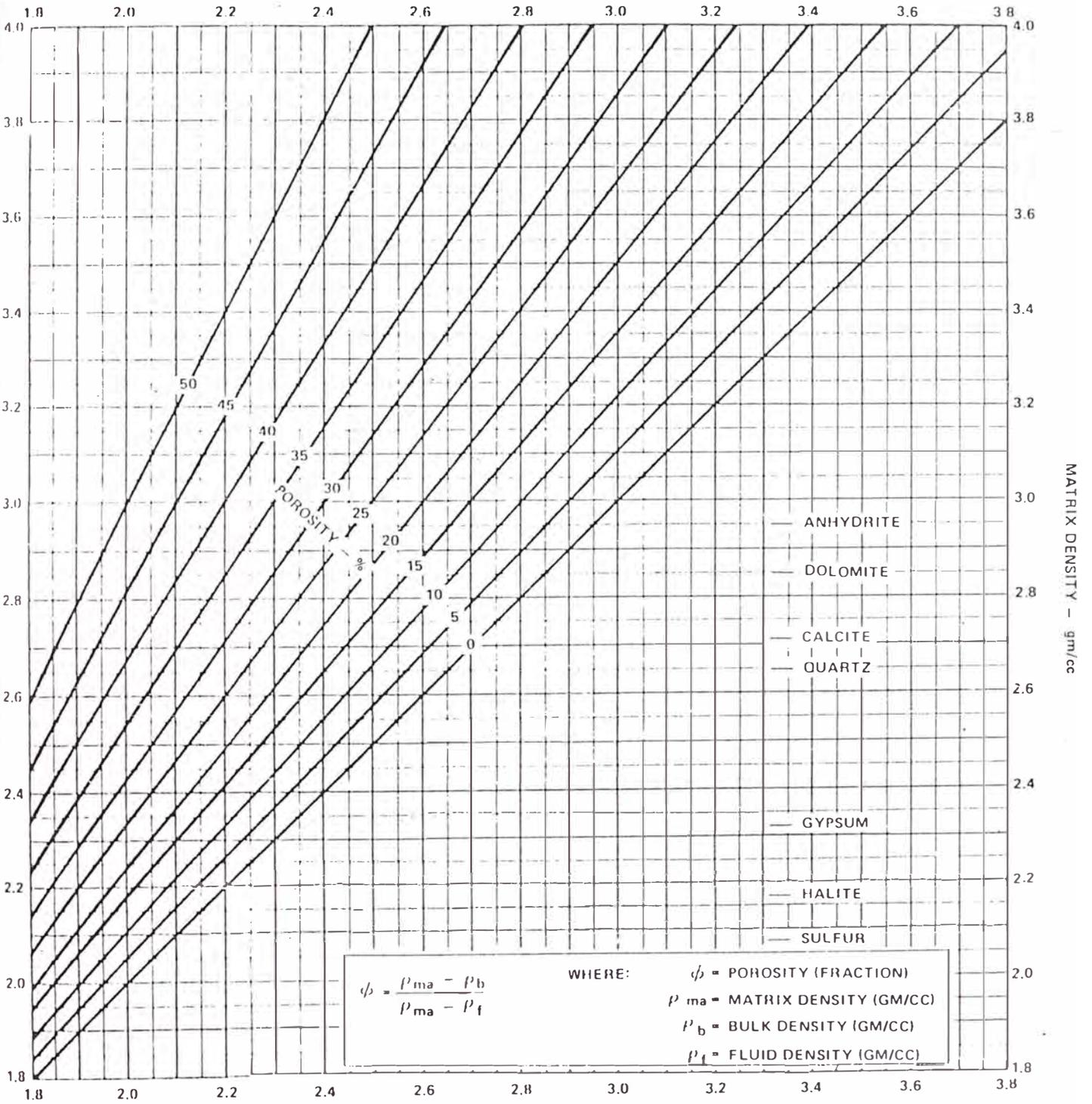
Metric $t_i = 620 \mu\text{s/m}$



*Mark of Schlumberger

CALCULATION OF POROSITY FROM BULK DENSITY (WATER FILLED HOLES, $\rho_f = 1.0$)

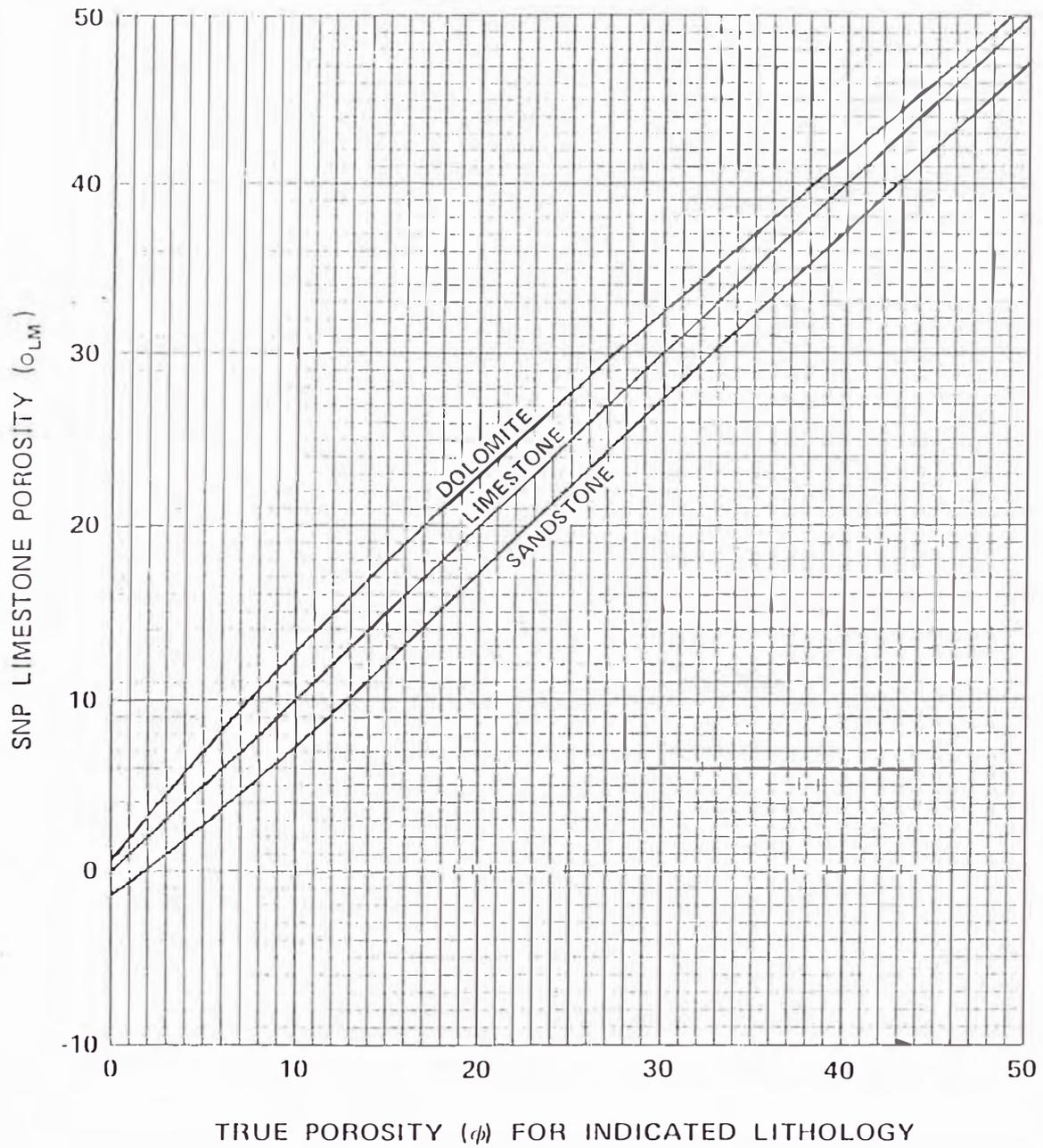
BULK DENSITY - gm/cc



BULK DENSITY - gm/cc

(CHART "a")

LITHOLOGY DEPARTURE CHART
SIDEWALL NEUTRON POROSITY (SNP)



ha sido estimada por medio de las curvas de densidad, sónico y neutron de los registros eléctricos así como de los análisis efectuados en los núcleos obtenidos. La porosidad se define como la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total, y se expresa en porcentaje. La determinación de la porosidad mediante los análisis de núcleos, se realiza llenando los núcleos con gas, agua y en algunos casos con aceite, el contenido de gas se determina con la inyección de mercurio o agua en una muestra fresca, los contenidos de agua y aceite son determinados mediante la destilación de estos fluidos, el volumen poral sería la suma de los fluidos contenidos.

Por medio de los registros eléctricos (Sónico, Neutrón o densidad), la porosidad se determina mediante tablas de conversión que están calibradas para cada caso. (Ver tablas anexas). La curva de intervalo de tránsito (Sónico) registra profundidad versus el tiempo requerido por una sola onda compresional de sonido para atravesar un pie de formación, es el recíproco de la velocidad de la onda compresional, en formaciones calcáreas la porosidad depende de el grado de fracturamiento de la roca, ósea el intervalo de tránsito se incrementa en formaciones más porosas. La curva de densidad se obtiene aplicando una fuente radiactiva a la pared del pozo, esta fuente emite energía mediante rayos Gamma, que son partículas de alta velocidad que colisionan con los electrodos en la formación, la herramienta de trabajo está diseñada para detectar los rayos Gamma una vez que han colisionado, y son registrados como una indicación de la

densidad de la formación; el número de colisiones está relacionado directamente con el número de electrones; a mayor número de electrones menor porosidad.

Se hizo un estudio sobre el comportamiento de las curvas de porosidad obtenidas de los registros eléctricos y los análisis de núcleos y se vio que no se cometía mucho error, asumiendo que los valores de los registros eléctricos reflejaban la porosidad de la formación.

Un inconveniente en los estudios de porosidad y permeabilidad es el factor económico, tomar uno o varios núcleos significa un incremento en el costo total del pozo. Otro factor es el aumento en el riesgo de perforación, debido al lento ritmo de perforación, en la toma de un núcleo se puede provocar el atascamiento de la tubería.

Una estimación de la permeabilidad puede hacerse con el registro de potencial espontáneo (SP), teniendo en cuenta la salinidad del lodo de perforación y la de la formación a evaluar. Esto sería una evaluación cualitativa, otro método de evaluar la porosidad y permeabilidad es mediante pruebas de producción.

3.0. CLASIFICACIÓN Y NATURALEZA DE LA POROSIDAD DE CARBONATOS.

Los sistemas de poros en carbonatos son mucho más complejos que los silicoclásticos (Choquette y Pray, 1970), esta complejidad es un resultado de que mayoritariamente son de origen biológico los sedimentos carbonatados, esta porosidad está dentro de los granos. El crecimiento de la estructura de la porosidad en los

arrecifes y el desarrollo común de la porosidad secundaria debida a la penetración de los procesos diagenéticos debido a la solución y dolomitización afectando los carbonatos químicamente más reactivos durante su historia de depositación.

Esta relación entre procesos diagenéticos y porosidad es el tema principal de esta tesis.

3.1. CLASIFICACIÓN DE LA POROSIDAD EN CARBONATOS

Choquette y Pray 1970 desarrollan un cuadro de trabajo de clasificación de porosidad en carbonatos, la cual tuvo gran aceptación. La utilidad y validez de la clasificación es confirmada por el hecho aquel que no hay otro esquema viable puesto en adelante desde esta introducción.

La siguiente sección discute varios conceptos sobre los cuales la clasificación esta basada mencionado como fábrica selectiva. La utilización de la clasificación y la construcción de la categoría de la porosidad son respaldadas.

La naturaleza de las principales clases de porosidad reconocidas en esta clasificación, denominadas como:

Intergranular, móldica, armadura y fenestral.

3.1.2. Porosidad "Framework" o de Armadura:

El arreglo rígido creado en un sedimento o roca sedimentaria por partículas las cuales son sostenidas una a otra por sus puntos de contactos. Los clastos o fragmentos de rocas (especialmente areniscas), cons-

tituidas mecánicamente por una estructura firme capaz de soportar espacios abiertos porosos. Además esos intersticios pueden ser ocupados por cemento o matriz.

3.1.3. Fábrica Selectiva:

La deposición de sólidos y los constituyentes diagenéticos de un sedimento o roca se define como su fábrica. Estos constituyentes sólidos incluyen varios tipos de granos primarios tales como oideos y bioclastos, constituyentes diagenéticos, formados tardíamente como cristales de calcita, dolomitas y sulfatos recristalizados.

La relación puede depender entre la porosidad y elementos de la fábrica por si la porosidad esta definida como fábrica selectiva .

Puede no haber relación entre la fábrica y la porosidad, la porosidad es una clase como también la fábrica selectiva.

Es importante tener acceso a la descripción de la fábrica selectiva en orden, para interpretar la clasificación de porosidad de carbonatos.

Dos factores determinan la fábrica selectiva la configuración de los límites de los poros y la posición de los poros relacionados a la fábrica.

En muchas porosidades primarias los límites de los poros determinan la ubicación de los poros los cuales son determinados completamente por elementos de fábrica. Los espacios porosos primarios intergranulares en sedimentos no consolidados, son obviamente fábrica selectiva

porque esta configuración es determinada solamente por partículas deposicionales, como es la porosidad primaria intergranular, la cual es controlada por los límites y ubicación de las cavidades determinadas por la naturaleza del crecimiento de los organismo dando origen a la partícula.

En Sistemas de poros secundarios, de cualquier modo, la porosidad que es fábrica selectiva o no, dependiendo de la historia diagenética principalmente. Como un ejemplo la porosidad móldica es comúnmente fábrica selectiva, porque preferentemente quitan de seguro elementos de la fábrica de la roca, semejante a ooídeos aragoníticos y bioclastos tempranamente durante la estabilización del mineral o anhidrita, yeso o niveles de matriz dolomítica de calcita.

Sobre el otro extremo, cavernas freáticas desarrollan comúnmente costes a través de muchos elementos de fábrica. Esta no es un fábrica selectiva y es controlada principalmente por sistemas unidos.

3.1.4. Porosidad Primaria:

Porosidad primaria es una porosidad presente en un sedimento o roca hasta la terminación de los procesos deposicionales.

La porosidad primaria esta formada en dos estados básicos; estado predeposicional y el estado deposicional. El estado predeposicional comienza cuando partículas sedimentarias individuales forman e incluye la porosidad intragranular la cual es como foraminíferos,

pellets, ooideos y granos sin esqueleto. Este tipo de porosidad puede ser muy importante en ciertos sedimentos.

El estado deposicional es el tiempo comprendido en el final de la deposición hasta el sitio de la deposición final de un sedimento o un crecimiento de una armadura orgánica. La porosidad formada durante este estado es llamada porosidad deposicional, y es relativamente importante para el volumen total de porosidad en carbonatos, observada en rocas carbonatadas y sedimentos.

La naturaleza y calidad de la porosidad primaria será cubierta más detalladamente después.

3.1.5. Porosidad secundaria:

La porosidad secundaria es desarrollada en el tiempo posterior al final de la deposición. El tiempo incluido en la generación de la porosidad secundaria relativamente con la porosidad primaria es quizás más grande (Choquette y Pray 1970).

Este intervalo de tiempo quizás divide en dos estados basados en diferencias en los procesos de modificación de la porosidad, ocurriendo en ambientes someros contra otros ocurridos en ambientes de depositación profunda.

Choquette y Pray reconocieron tres estados:

Eogenético, Telogenético y Mesogenético.

El estado Eogenético es el intervalo de tiempo comprendido, desde que los sedimentos son depositados

hasta, cuando estos son depositados bajo la influencia de procesos diagenéticos superficiales.

El límite superior es generalmente una interfase deposicional la cual puede ser subaérea o subacuosa.

El límite inferior de la zona Eogenética es considerada como el punto en el cual la superficie emerge recargada de aguas meteóricas, o normal (o evaporada) aguas marinas, cesa la actividad y circular por gravedad o convección.

Generalmente los sedimentos y rocas de zonas eogenéticas no son mineralógicamente estables o están en los procesos de estabilización. La porosidad modificada por disolución, cementación, y dolomitización es rápidamente consumada y volumétricamente muy importante.

Los ambientes diagenéticos son activos en el interior de la zona eogenética, incluidas la zona freática meteórica, vadosa meteórica, someras y profundas y evaporítica marina.

El estado mesogenético es el intervalo de tiempo durante el cual los sedimentos son depositados debajo de la profundidad a la cual la mayor influencia de procesos diagenéticos superficiales.

En general la zona mesogenética es una de bastante modificación lenta de la porosidad y es dominada por la compactación y proceso relacionado a la compactación. El tiempo estimado es lento, el intervalo de tiempo sobre

el cual los procesos diagenéticos operan es inmenso y llegan hasta la destrucción de la porosidad (generalmente destrucción), quizás van a la completación, la disposición de ambientes diagenéticos coinciden con el estado mesogenético.

El estado Telogenético es el intervalo de tiempo durante el cual secuencias carbonatadas las cuales tendrán que estar en la zona mesogenética son erosionadas y afloran en asociación con discordancias de una vez y otra vez y están bajo la influencia de procesos diagenéticos superficiales.

El término telogenético esta reservado específicamente para la erosión de rocas antiguas, bastante más que la erosión de depósitos más nuevos durante pequeñas interrupciones en los ciclos deposicionales. Como secuencias semejantes afectadas en las zonas telogenética son mineralógicamente estables calizas y dolomitas las cuales son menos susceptibles a procesos diagenéticos superficiales.

La mayoría de los ambientes diagenéticos superficiales están representados en la zona telogenética, pero los más comunes son los ambientes diagenéticos meteóricos, vadosos y freáticos.

3.2. LA NATURALEZA DE LA POROSIDAD PRIMARIA EN SEDIMENTOS CARBONATADOS MODERNOS

3.2.1. Porosidad entre partículas (Interparticle)

El lodo libre en sedimentos carbonatados, como su contraparte silicoclástica, son dominadas por porosidad

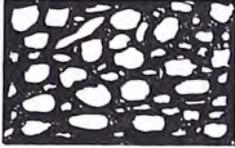
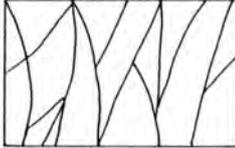
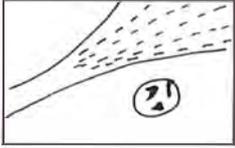
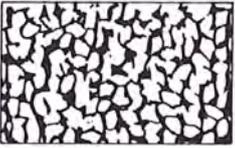
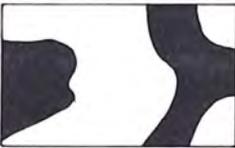
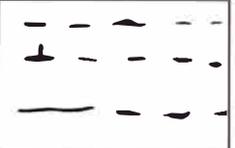
| TIPOS BASICOS DE POROSIDAD | |
|--|--|
| FABRICA SELECTIVA | FABRICA NO SELECTIVA |
|  <p>BP</p> <p>INTERPARTICULA</p> |  <p>FR</p> <p>FRACTURA</p> |
|  <p>WP</p> <p>INTRAPARTICULA</p> |  <p>CH</p> <p>CANAL</p> |
|  <p>BC</p> <p>INTERCRISTALINA</p> |  <p>VUG</p> <p>VUGULAR (DRUSA)</p> |
|  <p>MO</p> <p>MOLDICA</p> |  <p>CV</p> <p>CAVERNAS</p> |
|  <p>FE</p> <p>FENESTRAL</p> | |

TABLA DE POROSIDAD DE PHILIP W. CHOQUETTE and PRAY

*Tesis para optar el titulo
de Ingeniero Geólogo*

Abelardo Mesia Lizaraso

F. I. G. M. M.

Abril 1, 1996.

intergranular hasta el tiempo de deposición, estos sedimentos exhiben porosidad de 50-60% los cuales están cerca de los límites de 48% máximo, esperados en partículas esféricas con empaquetamiento mínimo. El exceso de porosidad sobre los 27-30% esperados en partículas esféricas, mostrando cierre, máximos empaquetamientos y comúnmente observados en sedimentos silicoclásticos es parte de la amplia variabilidad de formas de partículas vistas en carbonatos.

Esta variación de forma parece estar en función de su origen biológico y la presencia común de porosidad, intrapartícula quizá ocupa un porcentaje significativo del gran volumen de los sedimentos (Enos y Sawatsky 1981)

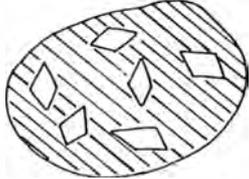
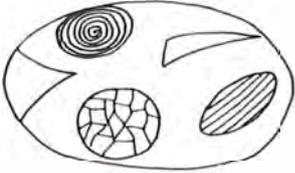
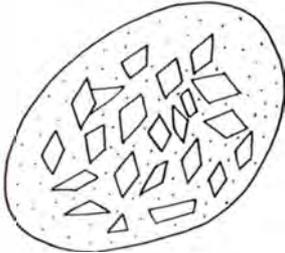
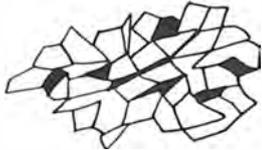
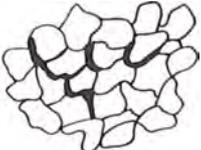
Mientras más pequeños sean los constituyentes de las calizas mayor porosidad habrá en las calizas para el caso de la porosidad primaria.

3.2.2. Texturas de rocas carbonatadas

El término rocas carbonatadas incluye dos tipos similares de rocas: calizas y dolomitas. Caliza pura consiste de mineral calcita, CaCO_3 y dolomita pura consiste del mineral dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. El término grupo es adecuado para nuestro propósito de interpretación histórica.

Caliza y dolomita son dificultosos para el comienzo de la determinación y algunas rocas carbonatadas son una mixtura de calcita y dolomita.

Las rocas carbonatadas consisten de una combinación

| FABRICAS DE DOLOMITA | |
|---|--|
| <p>CRISTALES AISLADOS</p>  <p>Decrecimiento de porosidad</p> | <p>REEMPLAZAMIENTO DE GRANO SELETIVO</p>  <p>poco efecto</p> |
| <p>TEXTURA IDIOTOPICA</p>  <p>Alta porosidad y permeabilidad.</p> | <p>TEXTURA HIPIDIOTOPICA</p>  <p>Calidad variable (alta \emptyset) k moderada a baja.</p> |
| <p>DOLOMITA TECTONICA</p>  <p>No hay efecto o reducción de porosidad</p> | <p>TEXTURA XENOTOPICA</p>  <p>Calidad variable - \emptyset generalmente moderada/baja, k baja.</p> |

Robertson Research. (1980)

*Tesis para optar el titulo
de Ingeniero Geólogo*
Abelardo Mesia Lizaraso
F. I. G. M. M.
Abril 1, 1996.

de los componentes y del desarrollo textural:

- 1) Micrita, la cual es microscópica, de grano fino carbonatado, evidentemente originada como lodo carbonatado u oolítico.
- 2) Clastos de carbonatos, los cuales son arenas o pedazos de gravas del carbonato. Los clastos más comunes son los bioclastos, los cuales consisten de fragmentos esqueléticos de animales marinos u oolitos; estos últimos son granos esféricos formados por la precipitación de carbonatos alrededor de núcleos.
- 3) Carbonato esparítico, el cual es limpio, cristalino, fue depositado como un cemento entre los clastos o tuvo desarrollo por la recristalización de los clastos.

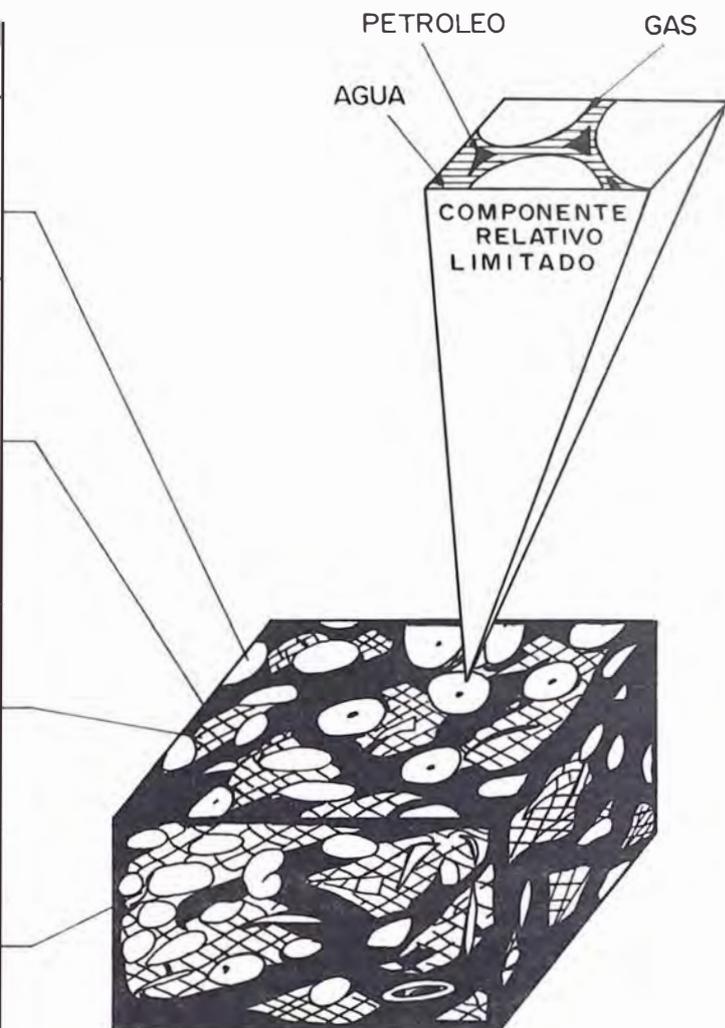
También muchas de las rocas carbonatadas originadas como micritas o clastos de CBNTs, la textura clástica probablemente, comúnmente es desaparecida o borrada por recristalización.

Finos granos de calcita son guardados, van dentro de la solución y luego recristalizados como largos cristales y la textura, por lo tanto, comienza comúnmente cristalina.

Si el magnesio está disponible, el carbonato puede recristalizar como dolomita, y la roca por lo tanto comienza como roca dolomítica.

Los minerales dolomita y calcita son similares en apariencia bajo el microscopio, pero la dolomita usualmente desarrolla cristales de forma rómbica. Considerando que los cristales de calcita tienen contorno

| ROCA CARBONATADA | TAMAÑO | COMPON. BASICOS |
|--|--|-----------------|
| Oolitos Pelotillas Intraclastos Bioclastos | $\frac{1}{16} \rightarrow 2\text{mm.}$ | Granos |
| MICRITA (Lodo Calcareo) | $< \frac{1}{256} \text{mm.}$ | Matriz |
| ESPARITA (Calcita en Cristales) | Variable | Cemento |
| POROSIDAD Primaria BPØ, WPØ Secundaria BCØ, MOØ VUGØ, FRØ | Variable | Poros |



COMPONENTES BASICOS DE LAS ROCAS CARBONATADAS

*Tesis para optar el titulo
de Ingeniero Geólogo*

Abelardo Mesia Lizaraso

F. I. G. M. M.

Abril 1, 1996.

geométrico irregular.

En general la presencia de micrita indica deposición en aguas tranquilas porque el carbonato fino lodoso no es probablemente fijado hacia el fondo en aguas turbulentas. Todo fósil entero intacto (concha) debe indicar deposición en aguas tranquilas porque ellos serían desgastados o rotos en aguas turbulentas.

Los modernos sedimentos carbonatados son acumulados en cantidad solamente en los océanos y estos tienen la verdad del pasado geológico.

4.0 CLASIFICACION DE ROCAS CARBONATADAS A UTILIZARSE C.

F. JORDAN (1985)

Esta clasificación consiste en una notación taquigráfica de facies para roca sedimentarias carbonatadas y, además, en llevar un registro de datos como litología, fábrica, textura deposicional, composición, alteración diagenética, desarrollo de la porosidad y potencial de facies de reservorio.

El concepto básico es de reunir detalles petrográficos significativos para formatear estos, en modo que sean fácilmente comparables, y llegar a interpretaciones geológicas basadas en datos que sean solo petrográficos.

Esta clasificación comprende, la realizada por Dunham (1962), con algunas modificaciones, se basa en la textura originaria o deposicional, que distingue seis tipos de rocas carbonatadas, cuatro de ellas basadas en el "soporte de lodo" versus "soporte de granos", y las últimas referidas a sedimentos confinados orgánicamente

y a sedimento de textura deposicional no reconocible. El objetivo de esta clasificación es establecer un ordenamiento según la energía del medio; como son los "Mudstone" y "Wackestone", de baja energía y granulometría muy fina; los "Packstones" y los "Boundstones" de mediana energía y mediana granulometría; y los "Grainstones" y "Boundstones" de alta energía.

La notación taquigráfica de facies ayuda en la síntesis litológica y en su comparación, además simplifica la tremenda diversidad litológica encontrada en calizas y dolomitas, reduciendo la variedad de litofacies, solamente a seis familias, texturales carbonatadas, que probablemente, son la mayoría de las comúnmente encontradas.

En resumen la notación taquigráfica, de C. F. Jordan, es concisa, rigurosa, semicuantitativa y práctica, sobre todo en la descripción de varias estaciones de gran variedad de muestras. En conclusión, es la que más se adaptaba al presente estudio. Las litofacies de carbonatos comunes mostrados en las seis grandes familias de texturas de Jordan (1985), se muestran en los siguientes ejemplos:

5.0. MODIFICACION DE LA TABLA DE DUNHAM

Las modificaciones efectuadas por C. F. Jordan a la tabla de Dunham son:

- El incremento del fango limoso de 0 a 5% en rocas granudas.

- Estandariza el uso de fango en el sentido sedimento-

En resumen, la clasificación de Jordan modifica las clasificaciones de Dunham y la expansión de Embry-Klovan, mayormente mediante la introducción de términos composicionales, para fortalecer la acumulación de datos petrográficos que son muy significativos. En el presente trabajo, para sistematizar la descripción se ha modificado porcentajes de los componentes aloquímicos, haciendo intervalos cerrados como sigue:

En los "Mudstones" de 0 a 10 % de granos, en "Wackestones" de 10 a 30%, en "Packstones" de 30 a 60%, y en "Grainstones" de 60 a 100%. Se establece de esta manera parámetros verdaderos entre la variación de "soporte grano" versus "soporte lodo".

NOTACION TAQUIGRAFICA DE FACIES

Las facies carbonatadas según Jordan, pueden ser descritas en un formato conciso, que puede leerse como una ecuación algebraica; se describe en dos términos básicos y dos términos opcionales.

Ecuación de facies de carbonatos:

| | | | | |
|----|------------|----------------------|-----------|-------------|
| FC | Descriptor | Lítico (Composición) | (Textura) | Observación |
| | Opcional | | Básicos | Opcional |

6.0. TERMINOLOGIA EMPLEADA PARA LA TEXTURA Y COMPOSICION DE LAS ROCAS CARBONATADAS

Los constituyentes originales de una roca carbonatada están representadas mayormente por:

- Granos y
- Fango (lodo calcáreo)

El límite de tamaño entre estos dos constituyentes, es variable de 0.02 mm. hasta 600 micras, e inclusive 1000 micras.

El lodo calcáreo micrítico mide de 1 a 10 micras, la microesparita de 10 a 80 micras, y la esparita, mayor que 80 micras.

TIPOS DE GRANOS

Los tipos de granos son esquelatales y no esquelatales.

- GRANOS ESQUELATALES.- Muchas rocas carbonatadas están formadas por fragmentos esquelatales, y esqueletos de animales y plantas, las partículas esquelatales más comunes son:

- a) Algas (Dasycladaceas)
- b) Moluscos (Gasteropodos, Vivalvos, etc.)
- c) Corales
- d) Estromatopóridos
- e) Equinodermos
- f) Esponjas
- g) Foraminíferos (Milioides, formas alcáreas, formas aglutinadas, formas largas, planctónicas, bentónicas, etc.)
- h) Otros (Briozoarios, Braquiópodos, Ostrácodos, etc.)

GRANOS NO ESQUELATALES

Los granos no esquelatales más comunes son:

- a) Pelotillas.- De granos redondeados elipsoidales, de tamaño variable de 40 a 100 micras, sin estructura concéntrica, formado por animales, granos, fósiles, etc.
- b) Peloides.- Granos redondeados de fango limoso de origen indeterminado.
- c) Oolitos.- Granos esféricos, con estructura radial concéntrica, menores de 2 mm, formados por precipitación de aragonita alrededor de un núcleo y de un ambiente de alta energía.
- d) Intraclastos.- Fragmentos de sedimentos carbonatados parcialmente compactados del mismo medio, carbonático, de tamaño de arena a rudita y de forma variada.
- e) Extraclastos.- Fragmentos carbonatados litificados y alóctonos.

LODO CALCAREO.- El otro componente de las rocas carbonatadas es el lodo calcáreo.

Las algas Dasycladaceas y Codiacianas, son particularmente importantes en la contribución del lodo calcáreo, pues la mayoría de los fangos se forman de la disminución de los granos y por acción de los animales que destruyen los granos esqueléticos. Los precipitados carbonáticos son

- Micrita.- Lodo de calcita microcristalina, cristales de 1 a 10 micras, que son productos de precipitación química o bioquímica, que a veces pueden constituir sedimento o rocas exclusivamente o formar matriz de sedimento carbonatado con abundancia de granos. La micrita puede ser, aragonita, calcita, rica en magnesio

y dolomita.

- Microesparita.- Cemento de calcita, con cristales de 10 a 80 micras, originado por la recristalización de la micrita.

- Esparita.- Es el cemento de calcita con cristales superiores a 80 micras, claras al microscopio, pueden ser originadas por relleno de poros, por precipitación posterior a la acumulación de los granos o por recristalización de la micrita. La esparita puede ser de calcita o dolomita, pero no de aragonita o calcita rica en magnesio.

- Porosidad efectiva.- Es la capacidad de la roca almacén para transmitir los fluidos. Se expresa normalmente en milidarcys. Un medio tiene una permeabilidad de un milidarcy si deja pasar un mililitro por segundo de un centipoise de viscosidad a través de una sección de un centímetro cuadrado de roca bajo un gradiente de presión de una atmósfera por centímetro.

PROCESAMIENTO DE INFORMACION Y PRIMEROS RESULTADOS1.0. RELACIÓN DE MUESTRAS POR PROFUNDIDADPOZO HUAYURI NORTE I

- 1) N. Huayuri I 10735 perpendicular a la estratificación
- 2) N. Huayuri I 10710 paralelo a la estratificación
- 3) N. Huayuri I 10733 paralelo a la estratificación

POZO TAMBO I

- 1) Tambo I 12670 - 12671 paralelo a la estratificación
- 2) Tambo I 12674 paralelo a la estratificación
- 3) Tambo I 12678 (fósiles) paralelo a la estratificación
- 4) Tambo I 12682 paralelo a la estratificación
- 5) Tambo I 12691 paralelo a la estratificación
- 6) Tambo I 12693 - 12694 perpendicular a la estratificación
- 7) Tambo I 12697 paralelo a la estratificación
- 8) Tambo I 12699 - 12700 perpendicular a la estratificación
- 9) Tambo I 12704 - 12705 paralelo a la estratificación
- 10) Tambo I 12710 paralelo a la estratificación

POZO YANEZ I

- 1) Yáñez 15121 paralelo a la estratificación
- 2) Yáñez 15120 - 15121 por disolución macroscópico
- 3) Yáñez 15122 - 15123 perpendicular a la estratificación.

4) Yáñez 15128 paralelo a la estratificación

5) Yáñez 15123 paralelo a la estratificación

POZO CAPAHUARI SUR I

I) South Capahuari 12397 - 12398 arenisca calcárea

POZO SAN JACINTO

1) San Jacinto 14 8932 paralelo a la estratificación

2) San Jacinto 14 8933 paralelo a la estratificación

3) San Jacinto 14 8934 señalando al tope

4) San Jacinto 19 8471 paralelo a la estratificación

2.0 Formato de descripción microscópica de las secciones delgadas.

POZO TAMBO I

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12678 PIES

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1.- COLOR DE LA MUESTRA | PARDO AMARILLENTA |
| 2.- TEXTURA : | OOLITICA. |
| 3.- GRANULOMETRIA | ENTRE 20-50 MICRAS |
| 4.- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: | ALARGADOS, REDONDEADOS Y ELI PSOIDALES. |
| 5.- COMPOSICION MINERALOGICA: | PRINCIPALMENTE CALCITA |
| 6.- NOMBRE DE LA ROCA : | MUDSTONE-WACKSTONE BIOCLASTICA. |
| 7.- OTRAS CARACTERISTICAS | BIOCLASTOS HAN SIDO CEMENTADOS, AUSENCIA DE POROSIDAD, ZONA DE MICROFRACTURAS |

8.-OBSERVACIONES

LA ROCA TIENE ESTILOLITOS,
RESIDUOS DE BITUMEN, FORAMI-
NIFEROS PLANKTONICOS, ABUN-
DANCIA DE BIOCLASTOS, RESTOS
DE MICROMOLUSCOS, BRAQUIOPO-
DOS, GASTEROPODOS. ZONA DE
LAGOON.

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12697 PIES

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1.- COLOR DE LA MUESTRA | PARDO AMARILLENTO |
| 2.- TEXTURA : | BIOCLASTICA. |
| 3.- GRANULOMETRIA | ENTRE 15-30 MICRAS |
| 4.- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: | REDONDEADOS Y ELIPSOIDALES. |
| 5.- COMPOSICION MINERALOGICA: | PRINCIPALMENTE CALCITA |
| 6.- NOMBRE DE LA ROCA : | MUDSTONE BIOCLASTICA |
| 7.- OTRAS CARACTERISTICAS | AUSENCIA DE POROSIDAD, |
| 8.- OBSERVACIONES : | LA ROCA TIENE OOLITOS, FORA- MINIFEROS PLANKTONICOS, ABUN- DANCIA DE BIOCLASTOS, RESTOS DE MICROMOLUSCOS, GASTEROPO- DOS. |

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12670 PIES

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1.- COLOR DE LA MUESTRA | GRIS AMARILLENTO |
| 2.- TEXTURA : | MICROCRISTALINA |
| 3.- GRANULOMETRIA | ENTRE 10-20 MICRAS |
| 4.- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: | REDONDEADOS Y ELIPSOIDALES. |
| 5.- COMPOSICION MINERALOGICA: | PRINCIPALMENTE CALCITA |
| 6.- NOMBRE DE LA ROCA : | WACKSTONE BIOCLASTICA |

- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS AUSENCIA DE POROSIDAD, ABUN-
DANTE MATRIZ, ZONA BRECHADA
, COMO CEMENTADA POR MICROES-
PARITA, RESIDUOS DE BITUMEN.
- 8.- OBSERVACIONES LA ROCA TIENE OOLITOS, POCOS
BIOCLASTOS. IMPORTANTE DISO-
LUCION, POROSIDAD 10%.

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12679 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO LIGERAMENTE
VERDOSO
- 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
- 3.- GRANULOMETRIA MENOS DE 10 MICRAS.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: AUSENCIA DE FRAGMENTOS.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : MUDSTONE BIOCLASTICA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS AUSENCIA DE POROSIDAD,
8.-OBSERVACIONES : LA ROCA TIENE ESTILOLITOS,
MUY POCOS BIOCLASTOS.

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12674 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS VERDOSA.
- 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
- 3.- GRANULOMETRIA MENOS DE 10 MICRAS.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: AUSENCIA DE FRAGMENTOS.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : MUDSTONE-WACKSTONE BIOCLAS-
TICA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS AUSENCIA DE POROSIDAD, LUMPS
MOLUSCOS, ESPICULAS DE EQUI-
NODERMOS, OSTRACODOS.

8.-OBSERVACIONES

MUY POCOS BIOCLASTOS, ZONA DE
LAGOON.POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12693 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO.
- 2.- TEXTURA : OOLITICA.
- 3.- GRANULOMETRIA ENTRE 20-50 MICRAS.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: REDONDEADOS Y ELIPSOIDALES.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : PACKSTONE FORAMINIFERA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MATRIZ DE CALCITA , POROSI-
DAD 10-15%, ZONA DE MICRO-
FRACTURAS CON DISOLUCION.
- 8.-OBSERVACIONES LA ROCA TIENE OOLITOS, RESI-
DUOS DE BITUMEN, FORAMINIFE-
ROS PLANKTONICOS, ABUNDANCIA
DE BIOCLASTOS, BRAQUIOPODOS.

POZO: TAMBO I PROFUNDIDAD: 12710 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO.
- 2.- TEXTURA : BIOCLASTICA.
- 3.- GRANULOMETRIA ENTRE 15-30 MICRAS.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: REDONDEADOS Y SUBREDONDEADOS
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : WACKSTONE BIOCLASTICA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MATRIZ DE CALCITA , POROSI-
DAD 10%,
- 8.-OBSERVACIONES LA ROCA TIENE OOLITOS, ABU-
NDANCIA DE BIOCLASTOS.

POZO YANEZ IPOZO: YANEZ I PROFUNDIDAD: 15120 PIES

- | | |
|------------------------------|--|
| 1.- COLOR DE LA MUESTRA | GRIS VERDOSA. |
| 2.- TEXTURA : | BIOCLASTICA. |
| 3.- GRANULOMETRIA | ENTRE 20-30 MICRAS. |
| 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: | REDONDEADOS Y SUBREDONDEADOS |
| 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: | PRINCIPALMENTE CALCITA |
| 6.- NOMBRE DE LA ROCA : | GRAINSTONE BIOCLASTICA. |
| 7.- OTRAS CARACTERISTICAS | MICRITIZACION,LUMPS, PRESEN- CIA DE MICROFRACTURAS, PORO- SIDAD MOLDICA Y UN POCO DE DISOLUCION.DOLOMITIZACION TEMPRANA. |
| 8.-OBSERVACIONES | LA ROCA TIENE OOLITOS, ABU- NDANCIA DE BIOCLASTOS. FORA- MINIFEROS (BULIMIDAE).ZONA DE TRANSICION ENTRE LA BARRA Y EL LAGOON |

POZO: YANEZ I

PROFUNDIDAD: 15128 PIES

- | | |
|------------------------------|---|
| 1.- COLOR DE LA MUESTRA | GRIS VERDOSA. |
| 2.- TEXTURA : | BIOCLASTICA. |
| 3.- GRANULOMETRIA | ENTRE 10-20 MICRAS. |
| 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: | REDONDEADOS Y SUBREDONDEADOS |
| 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: | PRINCIPALMENTE CALCITA |
| 6.- NOMBRE DE LA ROCA : | WACKSTONE MICRITICA. |
| 7.- OTRAS CARACTERISTICAS | PRESENCIA DE MICROFRACTURAS DISUELTAS, Y AGRANDADAS. |
| 8.-OBSERVACIONES | GASTEROPODOS,ESPICULAS DE EQUINODERMOS. |

POZO: YANEZ I

PROFUNDIDAD: 15123 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS VERDOSA.
- 2.- TEXTURA : BIOCLASTICA.
- 3.- GRANULOMETRIA ENTRE 10-20 MICRAS PARA FRAGMENTOS REDONDEADOS, 30-50 MICRAS DE LONGITUD PARA LOS ALARGADOS.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: REDONDEADOS Y SUBREDONDEADOS, TAMBIEN ALARGADOS.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : PACKSTONE-WACKSTONE BIOCLASTICA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS POROSIDAD ARRECIFAL 5-10%, PRESENCIA DE MICRO-FRACTURAS.
- 8.-OBSERVACIONES PLACA DE EQUINODERMO,PELOIDES, DIAGENESIS AVANZADA,ENCRINITAS, ZONA SALIENDO DE LA BARRA.

POZO: YANEZ I

PROFUNDIDAD: 15122 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA : GRIS VERDOSA.
- 2.- TEXTURA : OOLITICA.
- 3.- GRANULOMETRIA ENTRE 20-30 MICRAS PARA FRAGMENTOS REDONDEADOS, 20-40 MICRAS DE LONGITUD PARA LOS ALARGADOS..
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: REDONDEADOS Y SUBREDONDEADOS, TAMBIEN ALARGADOS.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : GRAINSTONE ESPARITICA.

- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MATRIZ AUSENTE, POROSIDAD
 AUSENTE , MOLUSCOS, GASTEROPO-
 DOS, ESPICULA DE EQUINODER-
 MO, PELOIDES.
- 8.-OBSERVACIONES ABUNDANTES BIOCLASTOS Y OO-
 LITOS. PREDOMINANCIA DE FRA-
 GMENTOS ELIPSOIDALES. ZONA
 MAS CENTRAL DE LA BARRA.

POZO YANEZ I PROFUNDIDAD 15121 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO.
- 2.- TEXTURA : OOLITICA.
- 3.- GRANULOMETRIA ENTRE 10-20 MICRAS DE LONGI-
 TUD PARA FRAGMENTOS ELIPSOI-
 DALES.
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: REDONDEADOS Y ELIPSOIDALES.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
- 6.- NOMBRE DE LA ROCA : GRAINSTONE OESPARITICA.
- 7.- OTRAS CARACTERISTICAS GASTEROPODOS, MOLUSCOS.
- 8.-OBSERVACIONES : ABUNDANTES OOLITOS. PREDOMI-
 NANCIA DE MATRIZ ESPARITICA
 Y POROSIDAD MOLDICA EN POCA
 PROPORCION.

POZO HUAYURI NORTE I

POZO: NORTH HUAYURI I PROFUNDIDAD: 10735 PIES

- 1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO.
- 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
- 3.- GRANULOMETRIA MENOS DE 5 MICRAS
- 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: NO SE OBSERVA.
- 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA

6.- NOMBRE DE LA ROCA : MUDSTONE MICROFRACTURADA.
 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MICROPOROSIDAD ARRECIFAL
 MATRIZ MUY FINA.
 8.-OBSERVACIONES AUSENCIA DE BIOCLASTOS.

POZO: NORTH HUAYURI I PROFUNDIDAD: 10733 PIES

1.- COLOR DE LA MUESTRA GRIS AMARILLENTO.
 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
 3.- GRANULOMETRIA MENOS DE 5 MICRAS
 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: NO SE OBSERVA.
 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
 6.- NOMBRE DE LA ROCA : MUDSTONE MICROFRACTURADA.
 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MICROFRACTURAS AGRANDADAS.
 MATRIZ MUY FINA.
 8.-OBSERVACIONES AUSENCIA DE BIOCLASTOS.

POZO SAN JACINTO

POZO: SAN JACINTO 14 PROFUNDIDAD: 8934 PIES

1.- COLOR DE LA MUESTRA PARDO VERDOSA.
 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
 3.- GRANULOMETRIA MENOS DE 10 MICRAS
 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: NO SE OBSERVA.
 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
 6.- NOMBRE DE LA ROCA : PACKSTONE BIOCLASTICA.
 7.- OTRAS CARACTERISTICAS MICROFRACTURAS CONECTADAS
 CON POROS, PRESENCIA DE GLA-
 UCONITA .

8.-OBSERVACIONES : NEOMORFISMO, RECRISTALIZACION, DIAGENESIS AVANZADA, - FOSFATIZACION.

POZO: SAN JACINTO 14 PROFUNDIDAD: 8932 PIES

1.- COLOR DE LA MUESTRA : GRIS VERDOSA.
 2.- TEXTURA : MICROCRISTALINA
 3.- GRANULOMETRIA : MENOS DE 10 MICRAS .
 4- FORMA DE LOS FRAGMENTOS: NO SE OBSERVA.
 5.-COMPOSICION MINERALOGICA: PRINCIPALMENTE CALCITA
 6.- NOMBRE DE LA ROCA : WACKSTONE-MUDSTONE BIOCLASTICA.
 7.- OTRAS CARACTERISTICAS : MICROFRACTURAS CONECTADAS CON POROS, PRESENCIA DE GLAUCONITA .
 8.-OBSERVACIONES : PARTE DETRITICA IMPORTANTE, EQUINODERMOS, MOLUSCOS.

3.0. OBSERVACIONES DE LAS MUESTRAS EN GENERAL

- En Tambo se observa estilolitos, fragmentos de conchas de braquiópodos, foraminíferos, oolitos.
- En Tambo se observa la porosidad móldica secundaria y estructuras de disolución. Cabe resaltar que en este pozo existe permeabilidad.
- Se puede decir que la porosidad de Tambo se puede haber formado por infiltración de aguas superficiales que han agrandado las fracturas y comunican las microporosidades. Existiendo porosidad secundaria.
- En Yáñez la roca se llamaría Grainstone biesparita.

Se puede decir que los Carbonatos del pozo Yáñez se han formado en una plataforma en aguas no muy tranquilas y poco profundas de 0 - 10 m. con presencia de abundante fauna pelágica. Esto se ha podido determinar por la presencia de esparita.

En una sección delgada de un testigo del pozo Yáñez se observa un foraminífero de 0.86 mm x 0.52 mm probablemente *Bulimina* Ks.

En otra foto se observa el fósil familia *Lagena*.

Y estos sedimentos de Yáñez se encuentran bastante bioturbados debido a la presencia de fauna que probablemente haya sido pelágica.

Se encuentran aloquímicos, fragmentos de caparzones, oolitos con matriz esparítica (calcita recristalizada).

En North Huayuri se observan microfracturas, rellenas por matriz y otras no rellenas por matriz.

En North Huayuri hay un proceso de silicificación por presencia del cuarzo; algunas microfracturas han sido rellenas por el proceso de infiltración de fluidos hidrotermales.

La roca en el pozo North Huayuri se podría clasificar como una lodolita bioclástica.

4.0. DESCRIPCIÓN Y DETERMINACIONES DE LAS MICROFOTOGRAFÍAS

Se puede determinar en las microfotografías que las calizas Main Chonta Limestone del pozo Tambo son más favorables para la acumulación de Hidrocarburos por

tener sus poros conectados con estructuras de disolución (estilolitos) o planos de debilidad (planos de clivaje, etc.).

Inclusive, se ha encontrado restos de petróleo pesado (bitumen o asfalto) en las partes de mayor disolución. Estas microzonas de mayor disolución son producidas por la infiltración de agua meteórica por planos de debilidad, probablemente las microzonas más disueltas sean de composición más magnesiana (dolomita) y se podría hablar de un proceso de disolución en las zonas más magnesiadas (dolomitización).

5.0 ANALISIS DE LA POROSIDAD EN LOS REGISTROS SONICOS EN LOS POZOS TAMBO I, YAÑEZ I, Y SAN JACINTO 14 (DT Y DTC)

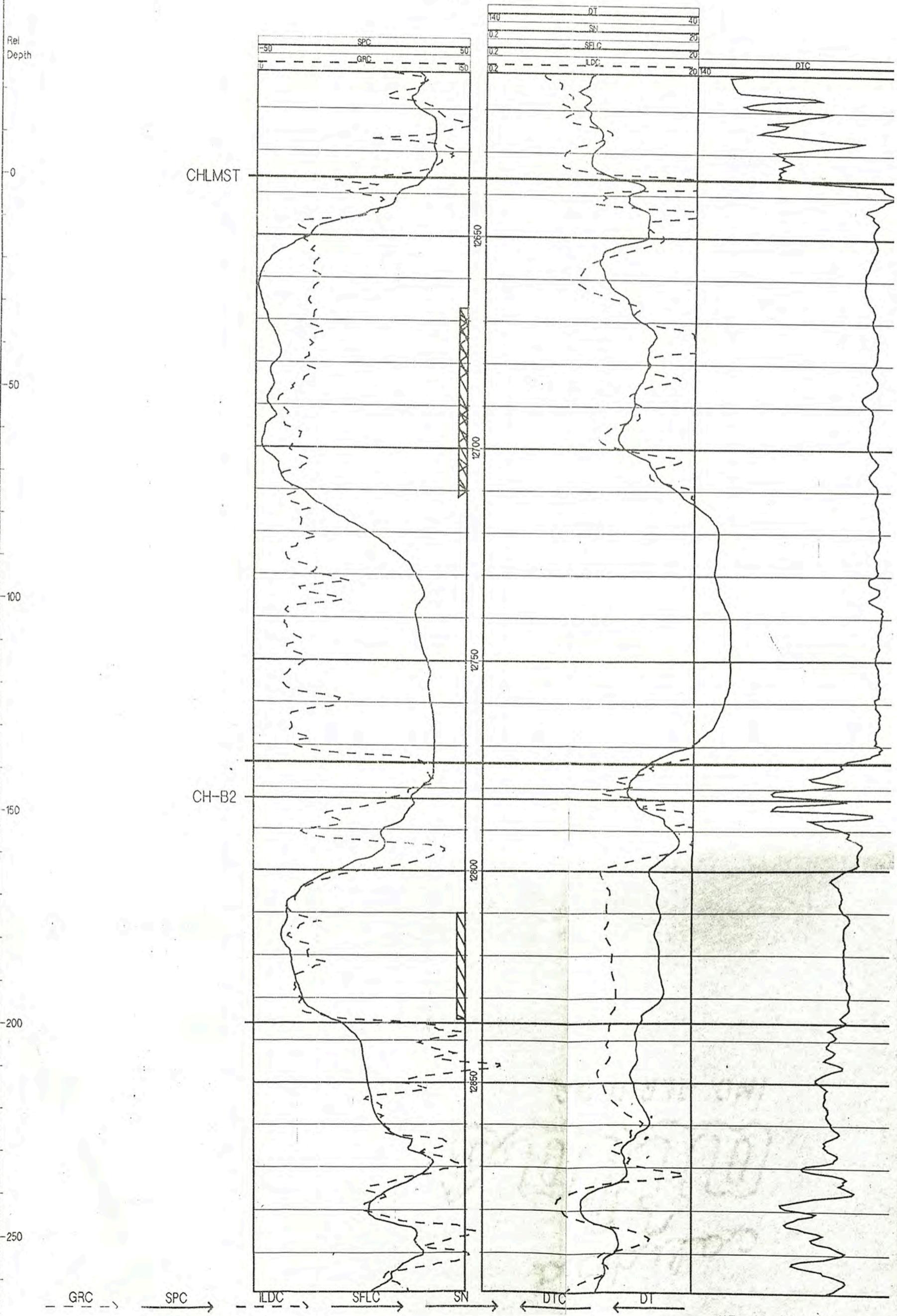
La porosidad de los pozos mencionados segun los registros sónicos y sónicos compensados, permanece alrededor de un 5%, mostrando valores mucho más altos por la presencia de arcillas.

-Estos valores no son muy importantes, desde el punto de vista de la producción, pero cabe resaltar que en algunos pozos los poros estan conectados como es el caso de el pozo Tambo I.

-El registro sónico, tiene la desventaja que tiene poca profundidad de penetración, por lo cual puede estar midiendo lodo de perforación y no la formación propiamente dicha.

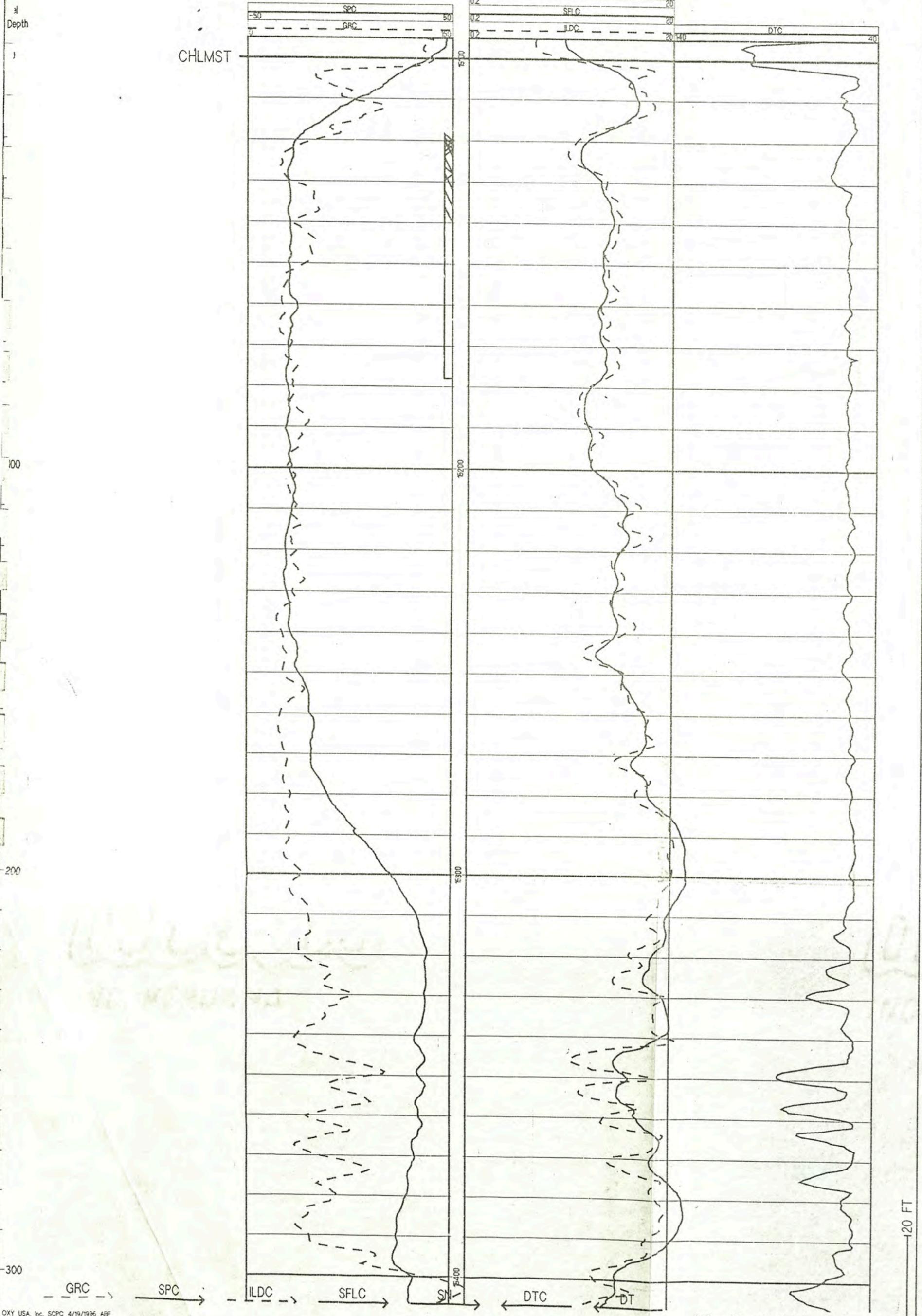
-El registro sónico tiene la ventaja que es una medida directa de la porosidad.

TAMBO-01



YANEZ-01

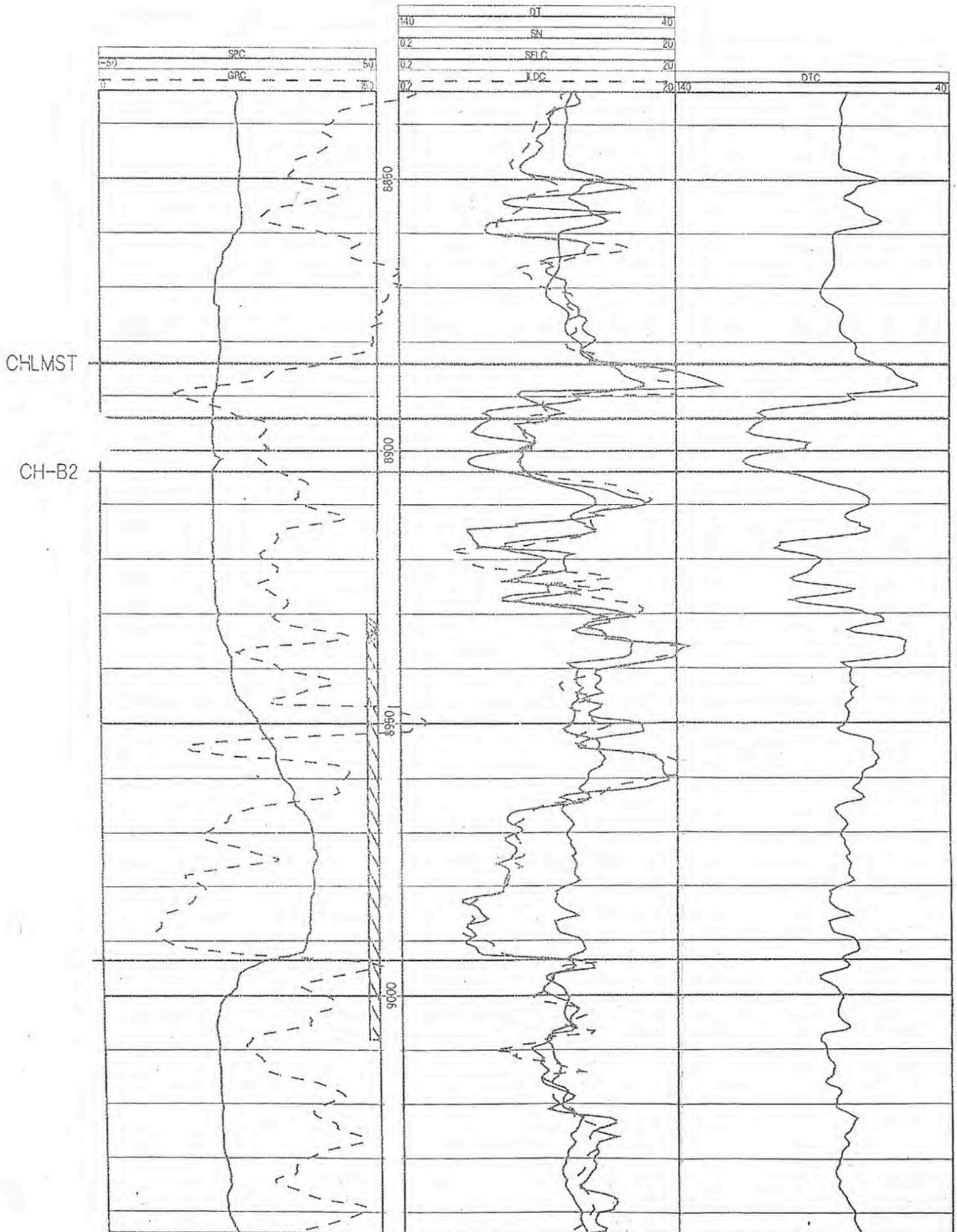
Depth



| | |
|------|----|
| DT | 40 |
| SN | 20 |
| SFLC | 20 |
| ILDC | 20 |
| DTC | 40 |

SJ-14

Rel
eath
-50



GRC SPC ILC SFLC SN DTC DT

V.E.= 0.1 HS=126.2

120 FT

-Al analizar la porosidad de los pozos mencionados, vemos que hay zonas en las que no hay porosidad, esto nos haría pensar en zonas, en que no serían, favorables para la acumulación de hidrocarburos.

-La medida simple de la porosidad, no nos indica que zonas son más favorables para la acumulación de hidrocarburos, tendrían que hacerse estudios de permeabilidad para complementar, estos registros y así tener una idea completa, de las posibilidades económicas del reservorio.

CORRELACION LITO-ESTRATIGRAFICA DE LOS POZOS YAÑEZ I, TAMBO I, HUAYURI NORTE I, SAN JACINTO 14 Y SAN JACINTO 19. (SW-NE).

- La siguiente correlación se realizó con el paquete STACKED COURVES, el cual fue cargado con las curvas de resistividades, Gamma Ray, sónico y otras curvas, el cual tiene en memoria los topes formacionales y sub-formacionales.

- Se realizó esta correlación con el fin de tener una idea de como se encuentran estructuralmente los horizontes calcareos, y las variaciones de los cambios de facies de las estructuras de la formación Chonta.

- Este paquete para realizar correlaciones tiene la ventaja de que es muy práctico, y muy fácil de utilizar, teniendo como principal desventaja que hay que tener criterio al utilizar las escalas porque se pueden llegar a conclusiones erróneas.

- Se cargaron también, las profundidades, en las cuales fueron tomadas las muestras, para así tener una idea de las zonas estudiadas por petroscopia.

- A continuación se presenta la correlación lito-estrati-



OXY USA, Inc.

OXY PERU

BLOCK -AB

CALIZA CHONTA
SECCION ESTRATIGRAFICA
TESIS

VER USAR

VER USAR

VER USAR

VER USAR

VER USAR

WPC WPC 1000

SPC SPC 1000

LPC LPC 1000

BPC BPC 1000

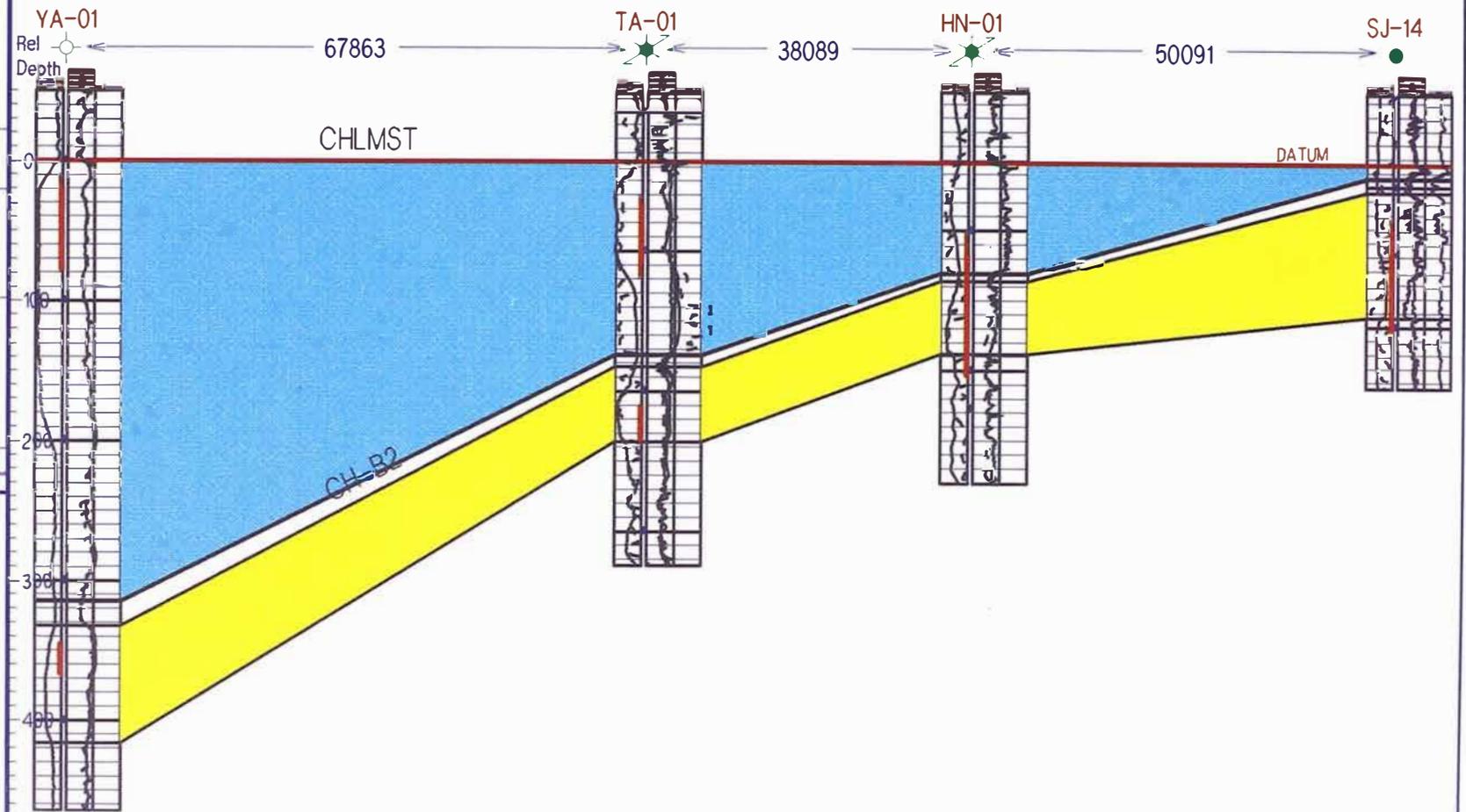
IPC IPC 1000

OPC OPC 1000

WPC WPC 1000



Stacked Curves System



ANALISIS COMPARATIVO ENTRE RESULTADOS DE LA PETROSCOPIA Y
REGISTROS DE POZOS.

- Primeramente hay que mencionar que en la petroscopía, los resultados son más puntuales, en los registros los resultados son de todas las calizas main Chonta Limestone.

- Comparando resultados se puede observar que hay una correlatividad del 80%, y cabe destacar que con la petroscopia se tienen resultados más exactos, porque son de la propia muestra.

- Analizando las curvas de los registros hay que corregirlas porque pueden estar reflejando, porosidades del lodo de perforación, en cambio las porosidades de los resultados petroscópicos, reflejan mejor la porosidad.

- Hay que destacar que en los resultados petroscópicos se tiene una porosidad puntual, y en los registros de pozos, es una porosidad promedio.

- El metodo de hallar la porosidad por petroscopia no es probabilisticamente comparable con el metodo de registros de pozos porque la toma de las muestras es aleatoria, en cambio por los registros de pozos se toma todo el universo muestral.

- Los resultados petroscópicos reflejan una alta porosidad en comparación, con los resultados de los registros sónicos.

- Las principales ventajas del metodo para hallar la porosidad del registro sonico, se puede mencionar :

* sencillez en la determinacion del coeficiente de porosidad,

* dependencia relativamente escasa de la exactitud en la

determinacion del coeficiente de porosidad,

* de la composicion mineral de la componente esqueletica de la fase solida,

Inconvenientes

* influencia de la estructura del reservorio, en la determinacion del coeficiente de porosidad,

* relacion entre la exactitud del coeficiente de porosidad y la presencia en el reservorio de gas y petroleo comprimido,

* la fisuracion perpendicular a la tuberia del pozo y la zona del entorno del pozo, denominada de rocas descomprimidas, aumentan la velocidad de transito de las ondas, lo que lleva a una elevacion del coeficiente de porosidad, en caso de orientacion de las fisuras a lo largo de la tuberia del pozo, el metodo sonico puede dar un valor del coeficiente de porosidad proximo al coeficiente de porosidad de los bloques.

* Los errores en la determinacion del coeficiente de porosidad a partir de la velocidad de transito de ondas, estan condicionados fundamentalmente por un conocimiento insuficiente de la influencia de la estructura del reservorio y de la presion y temperatura en dicha relacion, y tambien por la presencia de la fisuracion y saturacion residual de gas que llevan con frecuencia al deslizamiento de los ciclos.

| POZOS ESTUDIADOS | POROSIDAD POR PE- TROSCOPIA PROMEDIO | POROSIDAD POR RE- GISTRO SONICO PRO- MEDIO. |
|------------------|---|---|
| TAMBO I | 4% | 5% |
| YANEZ I | 3% | 4% |
| SAN JACINTO | NO SE OBSERVA | 3% |
| HUAYURI NORTE I | 2% | 2.5% |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede determinar por las microfotografías que las Calizas Main Chonta del pozo Tambo son más favorables para la acumulación de hidrocarburos, por tener sus poros conectados por estructuras de disolución (estilolitos) o planos de debilidad (fracturas clivaje); principalmente en las zonas superiores.

La porosidad de las calizas del pozo Tambo se puede haber formado por infiltración de aguas superficiales, que por procesos de disolución han agrandado las fracturas y comunican las microporosidades.

- Se puede determinar por el tipo de litología y contenido orgánico que las calizas principales de la formación Chonta del pozo Tambo son de ambiente de Lagoon por la presencia de Lumps, peloides, etc.

En los carbonatos del pozo Tambo se observa porosidad móldica secundaria.

Las estilolitas registradas en las microfotografías, indican intensa disolución de carbonato debido a efectos mayormente de enterramiento. Estilolitas por esfuerzo tectónico no han sido identificadas.

Los carbonatos del pozo Yáñez se han formado en una plataforma en aguas de regular energía y poco profundas de 0-10 mts. con presencia de abundante fauna pelágica; estos carbonatos se encuentran bastante bioturbados.

En Yáñez los carbonatos tienen un foraminífero de

0.86 mm x 0.52 mm, posiblemente Bulimina del Cretáceo superior.

- Los carbonatos estudiados del pozo Yáñez son de ambiente de transición entre la barra y el lagoon.

- En Yáñez hay abundantes oolitos, siendo estos producidos por procesos diagenéticos, habiéndose determinado que la roca es una bioesparita con matriz secundaria, posterior a la formación de los oolitos.

Los pozos Tambo y Yáñez, al ser los de mayor extensión en el tiempo, han podido registrar cambios del nivel del mar evidenciándose por cambios petromineralógicos.

Según el estudio de la porosidad, hacia el Suroeste, los campos Tambo y Yáñez tendrían mayores posibilidades económicas por haberse desarrollado en esta zona mayores porcentajes de porosidad, la cual desaparece hacia el Este en los campos de N. Huayuri y San Jacinto.

Del estudio se puede concluir que hacia el Suroeste aumenta la profundidad de deposición de las calizas, siendo Yáñez la zona más profunda y San Jacinto la zona más somera, por la presencia del antearco del Marañón; esto nos haría pensar en una progradación desde el Oeste hacia el Este. También podría tratarse de una subsidencia de la cuenca ligeramente hacia el Suroeste.

- Los carbonatos del pozo San Jacinto, serían de ambientes cercanos a un Delta por existir material detrítico dentro de su mineralogía.

En N. Huayuri las calizas han experimentado un proceso

de silicificación, por lo cual la porosidad está ausente.

- En los carbonatos estudiados del pozo Huayuri Norte se puede concluir que son de ambiente de plataforma o en todo caso serían de zonas centrales del Lagoon.

Cabe destacar que en el presente estudio solo se han considerado las muestras en las que han sido recuperados los testigos, pero hay una gran cantidad de zonas pertenecientes al miembro basal calizo de la formación Chonta en las que solamente existen recortes de perforación "Cuttings" de los cuales es muy difícil hacer una reconstrucción de la porosidad, litología, además están contaminados con derrumbes. Podría ser que por el incremento del costo total del pozo al tomar núcleos de perforación. Otro factor podría ser que debido al ritmo lento de perforación en la toma de un núcleo se pudo haber provocado atascamientos en las tuberías.

En la totalidad de pozos perforados por la Occidental Peruana Inc., hasta el momento no se ha encontrado petróleo en cantidades económicas en el miembro basal calizo de la formación Chonta, pero hay que recordar que este miembro aun no ha sido muy estudiado y las pruebas actuales no han dado muy alentadores resultados. Sin embargo, la mentalidad del geólogo petrolero debe estar atenta a posibles sorpresas, porque en los pozos perforados más recientemente por la Occidental en el Ecuador, se encuentran óptimos resultados (aunque en formaciones arenosas correlativas a la caliza principal de la Formación Chonta). Estando estos últimos tan cercanos a los pozos de la Occidental Peruana, no estaría demás estar atentos en el futuro a posibles sorpresas sobre

esta caliza principal de la formación Chonta.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellido Eleodoro

Sinopsis de la geología del Perú. Servicio de Geología y Minería. (1969)

- Choquete, P.W. and Pray, L.C., Geological Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates, American Assoc. Petr. Geol. Bull., v 54, p 207-240. 1970.

- Clyde H. Moore, Carbonate Diagenesis and Porosity. Basin Research Institute, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70903-4101, USA. Editorial ELSEVIER 1989.

Corrales S., Inmaculada

ESTRATIGRAFIA - Editorial Rueda . 1987.

Corrales S., Inmaculada (1987)

ESTRATIGRAFIA - Editorial Rueda

- Dajnov. V.N. Petróleo y Gas en las rocas . Métodos Geofísicos para determinar sus propiedades colectoras y de saturación. Editorial Reverté s.a.

Del Solar Carlos

Exploración por hidrocarburos en el Perú, Zona Selva lotes 1A-1B BSGP, Tomo 63, 1979.

Gearhart The Go Company, Formation Evaluation Data Handbook. Editado por Gearhart Industries. 1974.

- Guillemet, J.
GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO
Editorial Paraninfo. Madrid-1982.
- Heinrich E.W.N.
PETROGRAFIA MICROSCÓPICA . 1970.
- Jaillard Etienne. ORSTOM-PETROPERU
La sedimentacion carbonatada. Elementos y procesos en
plataformas, cuencas y lagos.
Curso de capacitacion del convenio Orstom-Petroperu.
Marzo de 1994.
- JORDAN C. F. Jr. CLASSIFICATION OF CARBONATE ROCKS
AND SAMPLE LOGGING SCHEME FOR CARBONATE LITHOFACIES.
- KRUMBEIN W.C. y SLOSS, L.L.
ESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTACION
Editorial Hispano-Americana. 1969.
- Pardo A., Zuñiga F.

Estratigrafía y evolución tectónica de la región de la selva del Perú.

II Congreso latino-americano de Geología. Caracas, Venezuela. 1973.

- Robing Beathurst, G.

CARBONATE SEDIMENTS AND THEIR DIAGENESIS

Editorial ELSEVIER . 1977.

- Schlumberger " Log Interpretation Charts " 1989

Editado por Schlumberger Educational Services.

- Schlumberger " Log Interpretacion principios/ Applications ". Editado por Schlumberger Educational Services. 1989.

- Seminario, F.S.

CLASIFICACION DE ROCAS CARBONATADAS A USARSE EN EL PERFIL LITOLOGICO

I.T. 267, 295 Perú-Petro. 1982.

Seminario, F. y Guizado, J.

SINTESIS BIOESTRATIGRAFICA DE LA REGION DE LA SELVA
DEL PERU - II CONGRESO LATINOAMERICANO DE GEOLOGÍA,
CARACAS - VENEZUELA,, Pág. 892. 1976.

- Sitter, L.U. de

Geología Estructural, Madrid 1981.

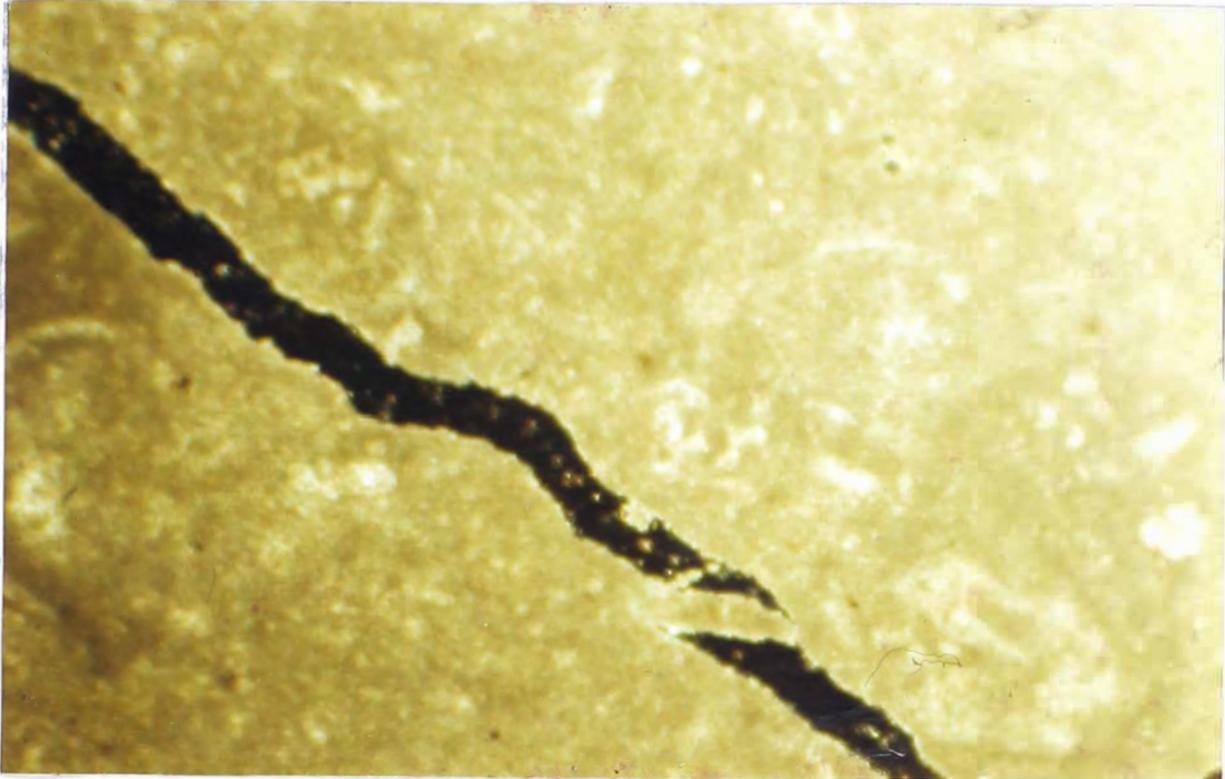
- Viole a Recavarren, Estudio micropaleontologico de la
formacion Pozo en el lote 1AB. Tesis e Ingeniero
Geólogo UNMSM.

- Whiten D.G.A. with Brooks J.R.V. (1972)

Dictionary of Geology, Penguin Books. USA 1972

Foto 1

x 10

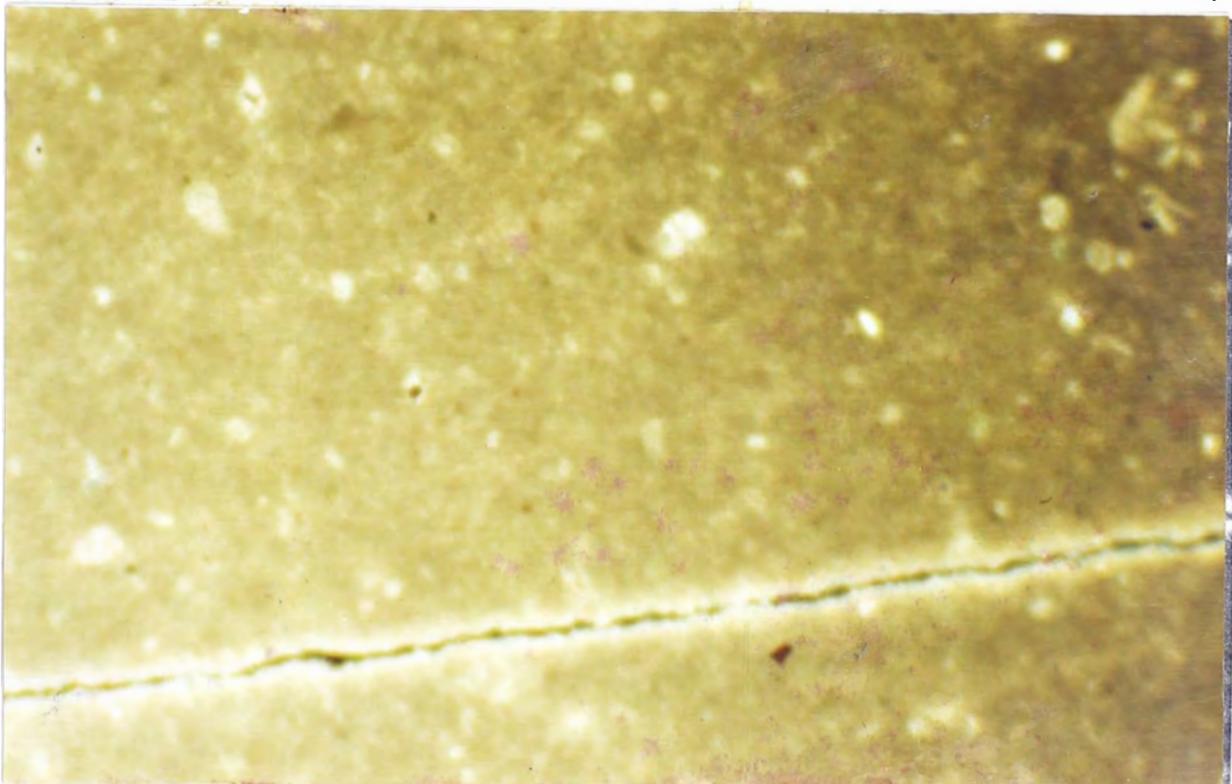


Prof: Tambo 12,710 pies.

Mudstone.

Foto 2

x 10

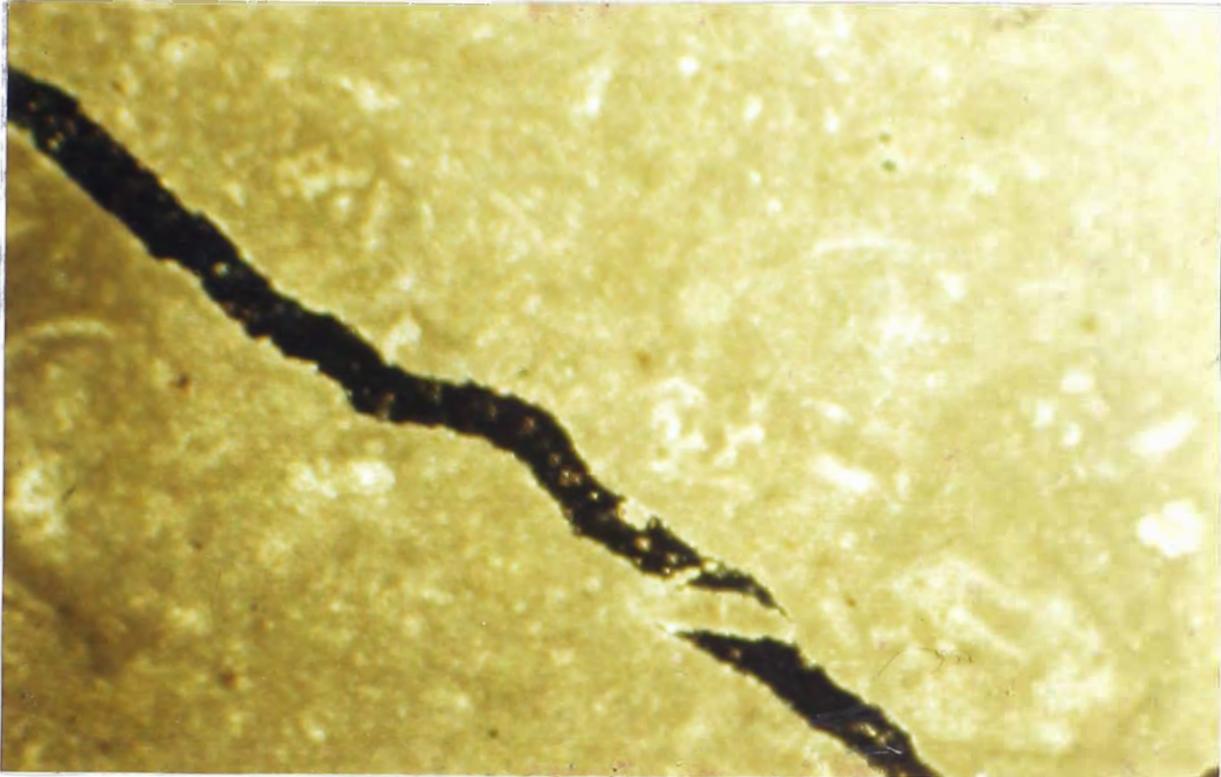


P: North Huayuri 10,735 pies.

Mudstone.

Foto 1

x 10

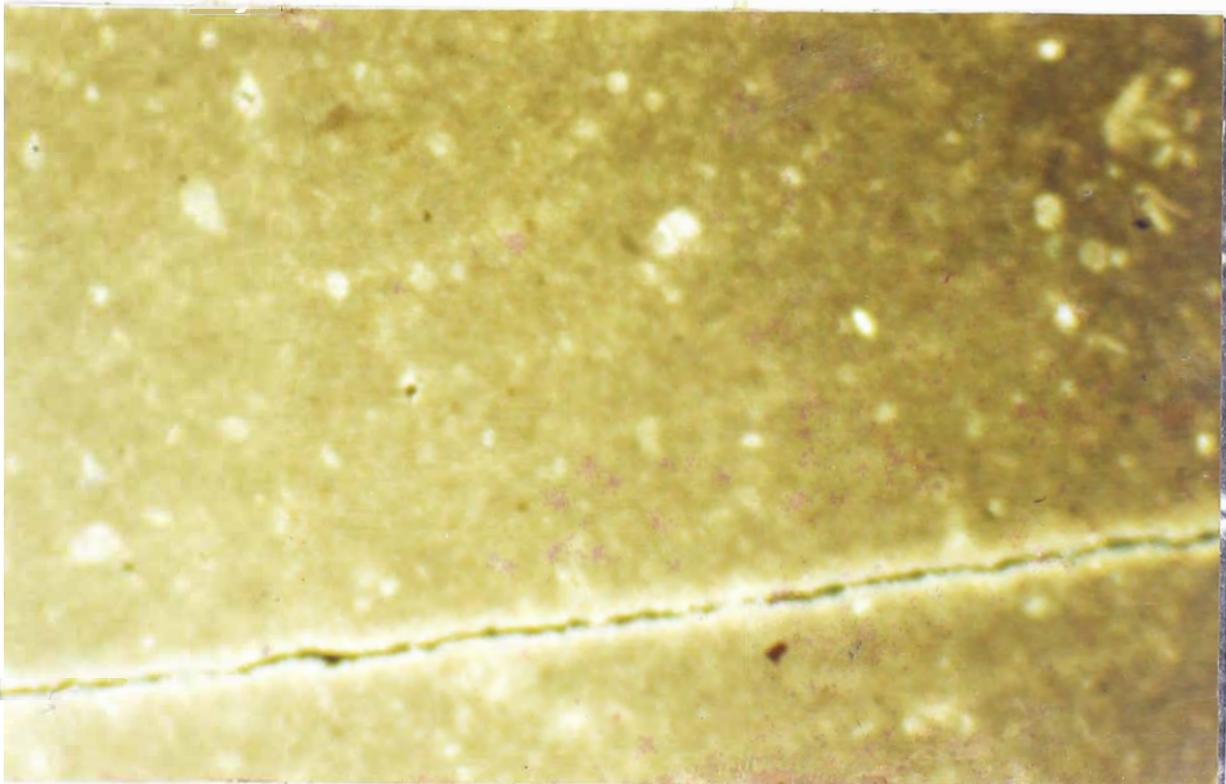


Prof: Tambo 12,710 pies.

Mudstone.

Foto 2

x 10

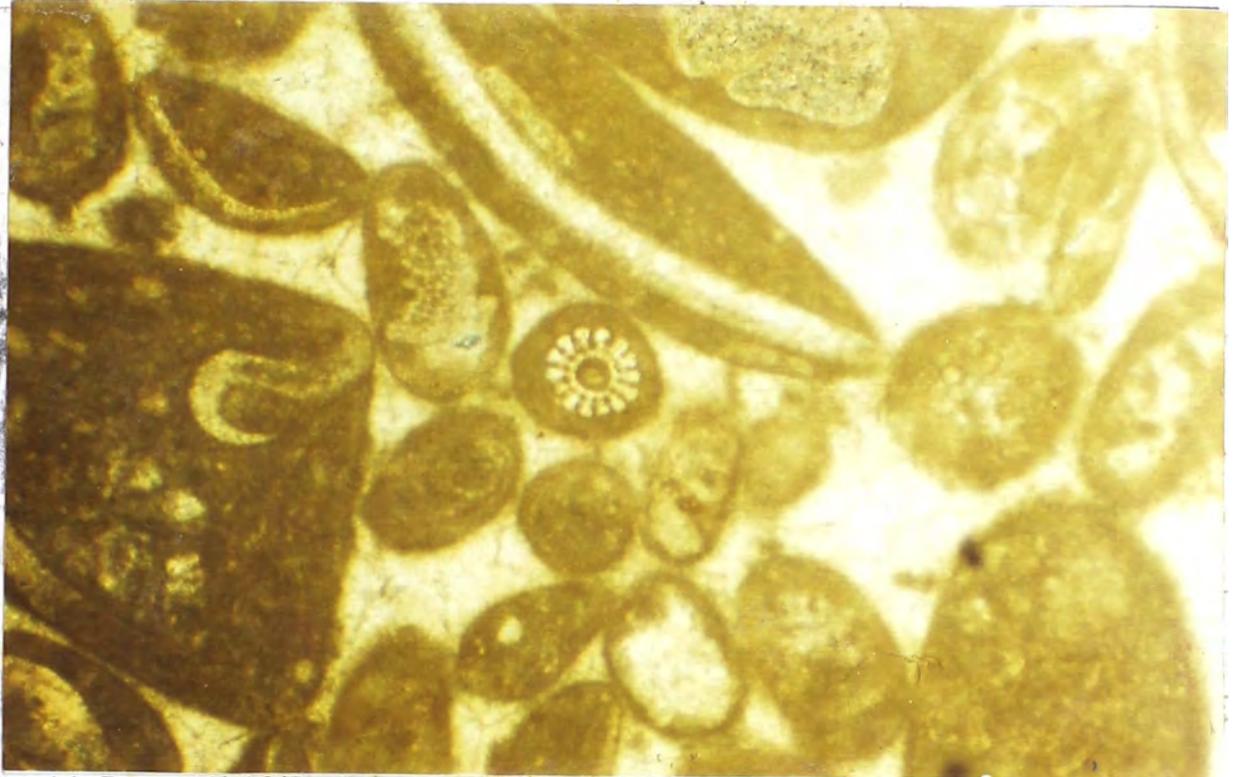


P: North Huayuri 10,735 pies.

Mudstone.

Foto 3

x 10

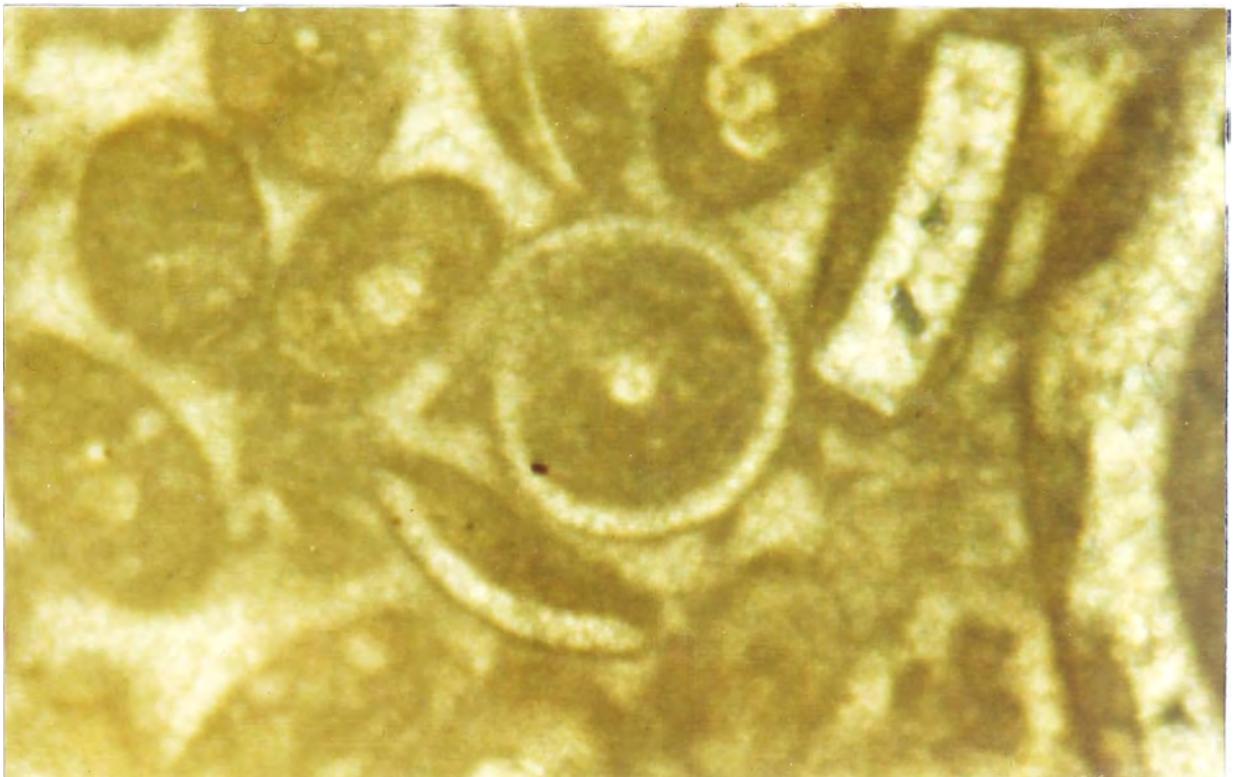


P: Yañez 15,123 pies

Grainstone.

Foto 4

x 10

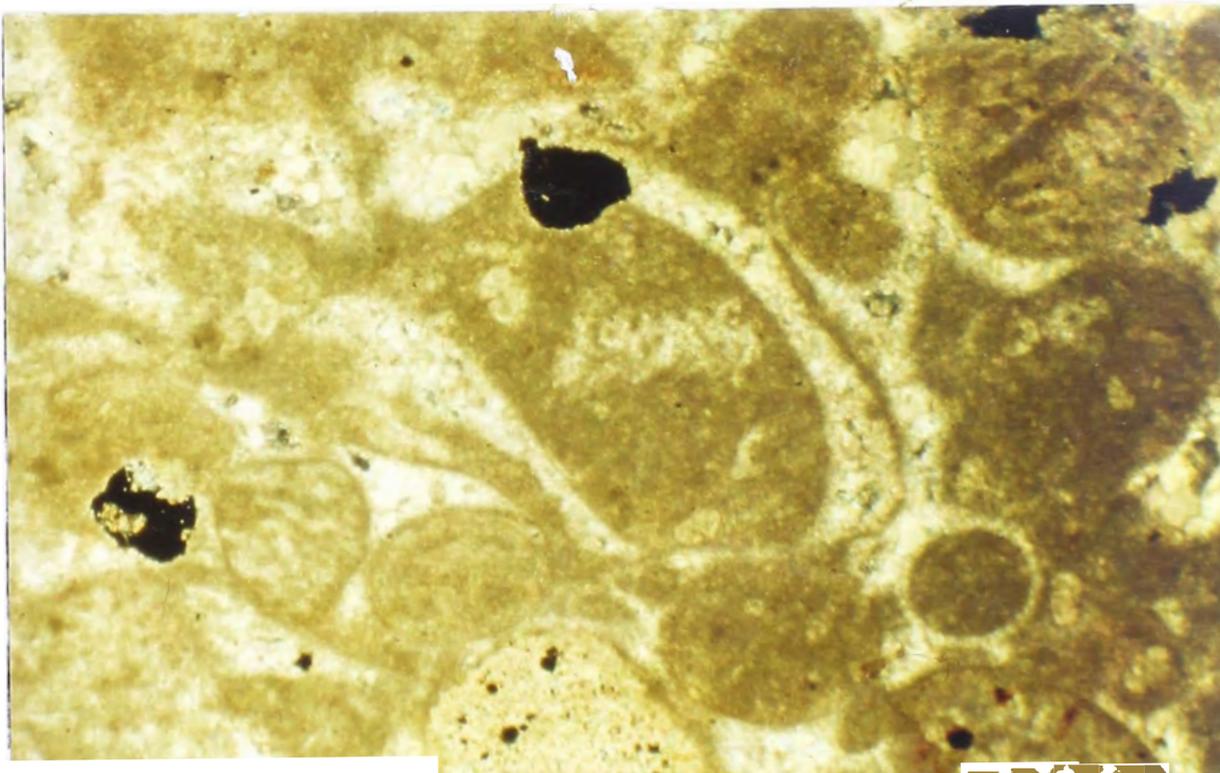


P: Yañez 15,123 pies

Grainstone

Foto 5

x 10

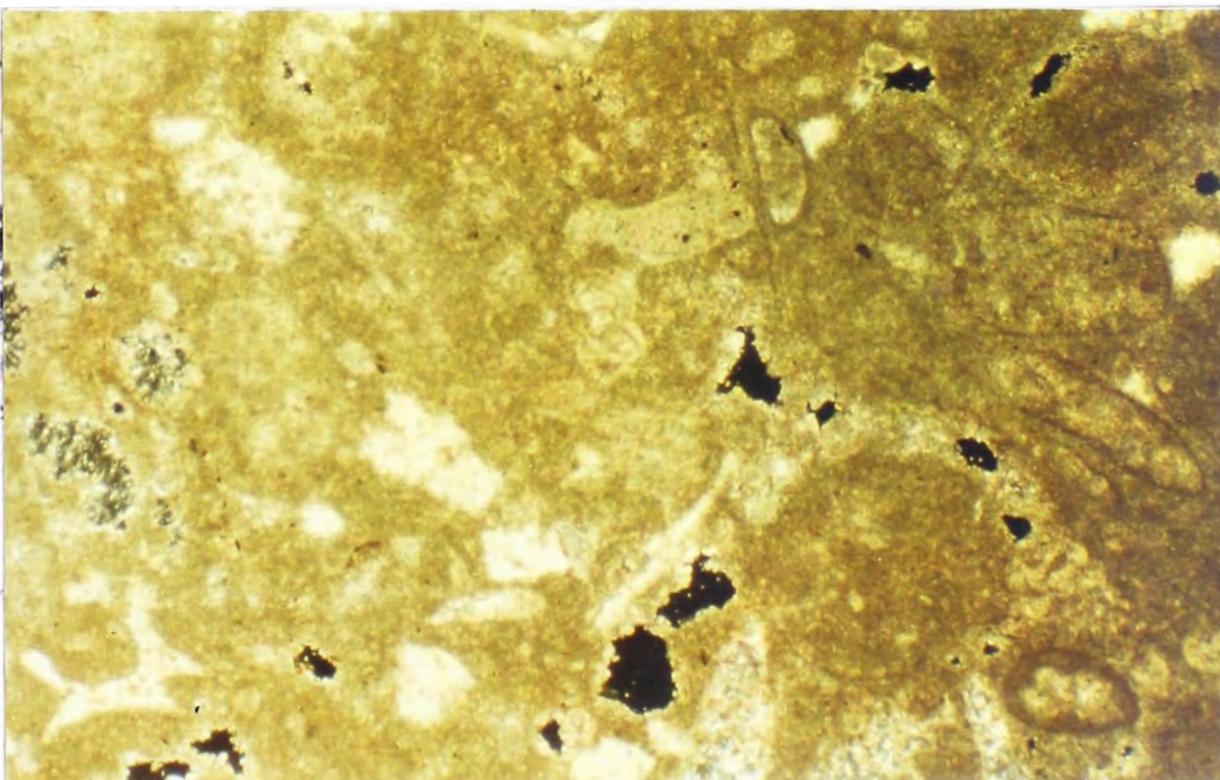


P: Tambo 12,682 pies

Microporosidades.

Foto 6

x 10

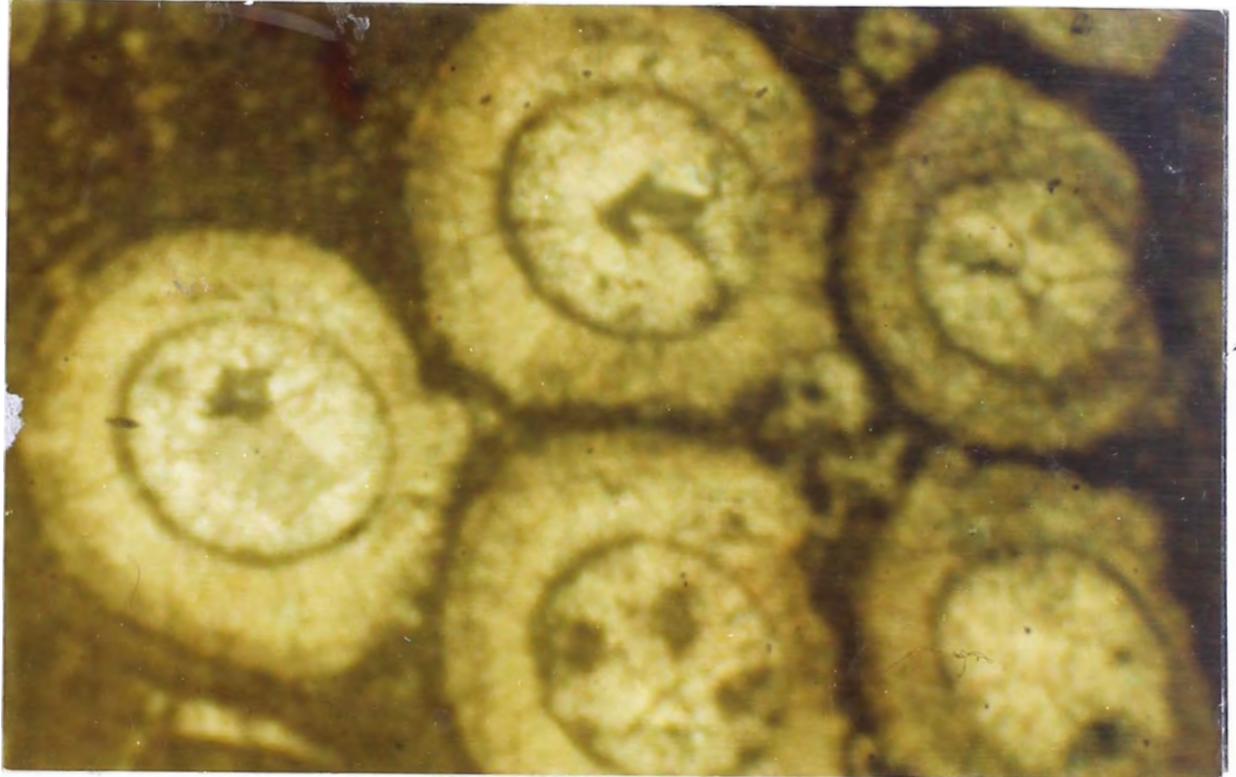


P: Tambo 12,682 pies.

Microporosidad Arrecifal.

Foto 7

x 20

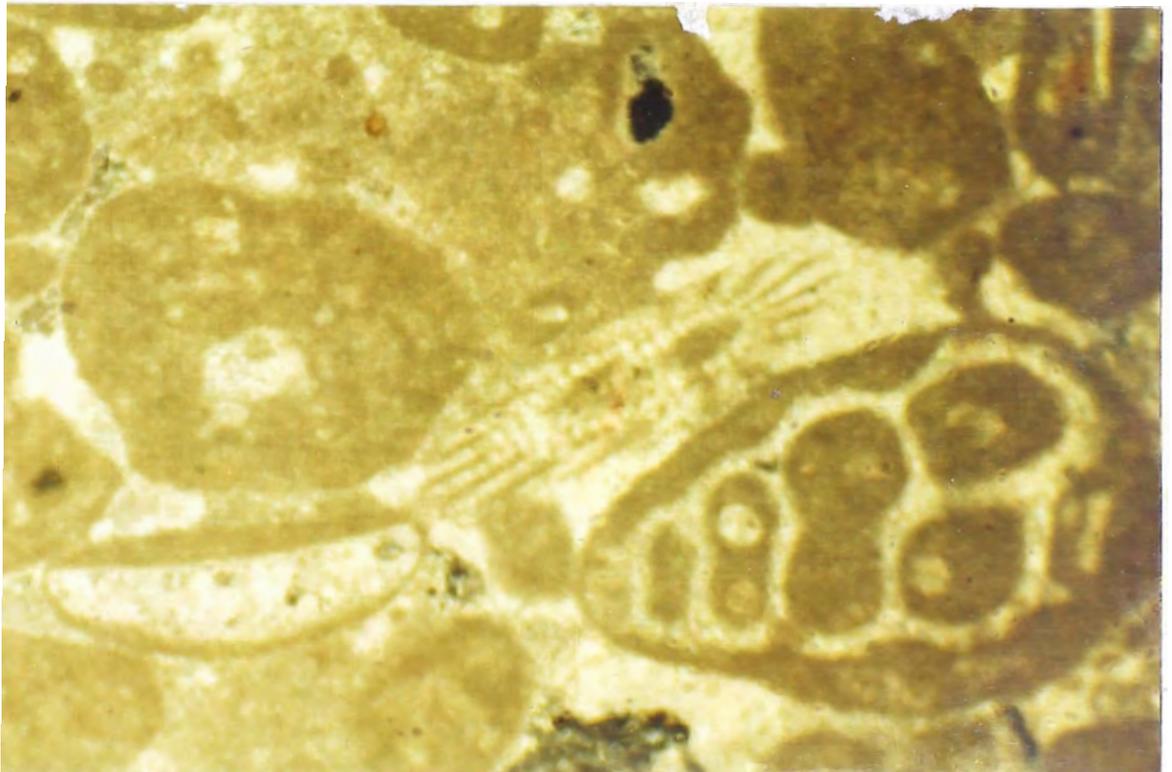


P: Yañez 15,120 pies

Bahamitas.

Foto 8

x 10

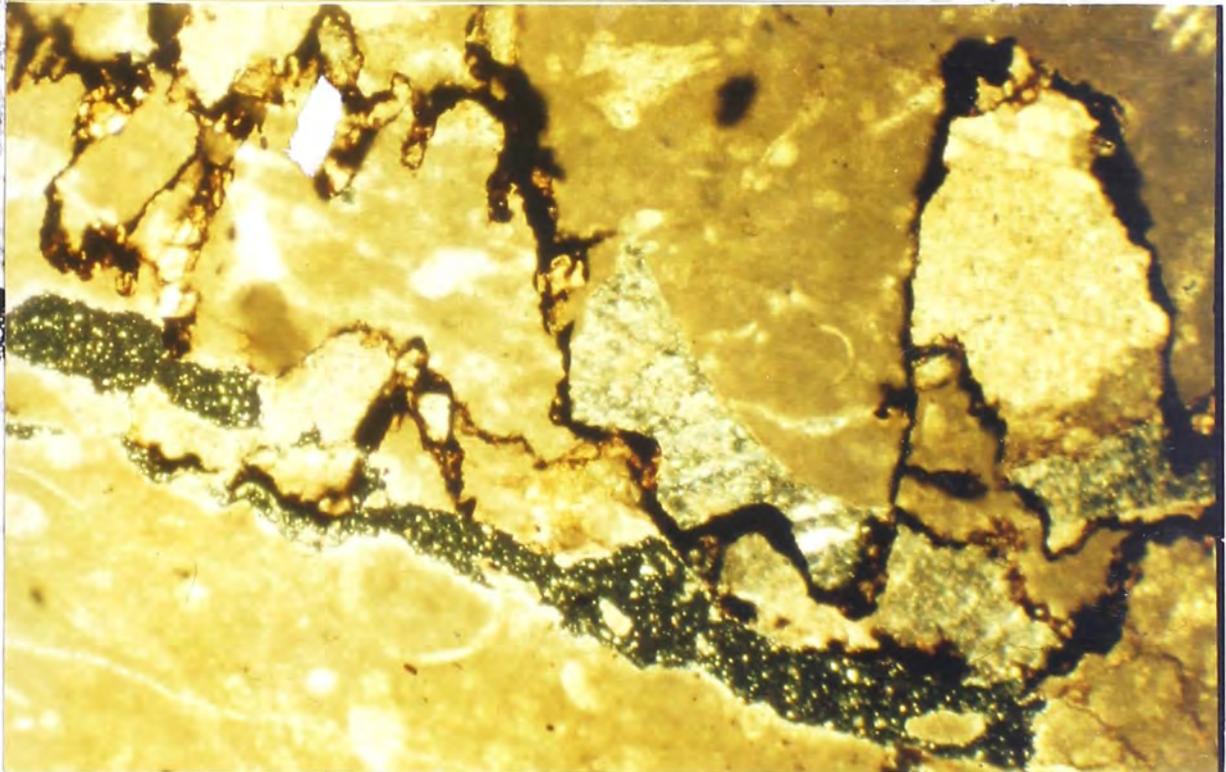


P: Yañez 15,128 pies. *Bulimina* sp (Cretaceo Superior) 0.86m.m.x0.52m.m.

ESTIOLITOS

Foto 9

x 10

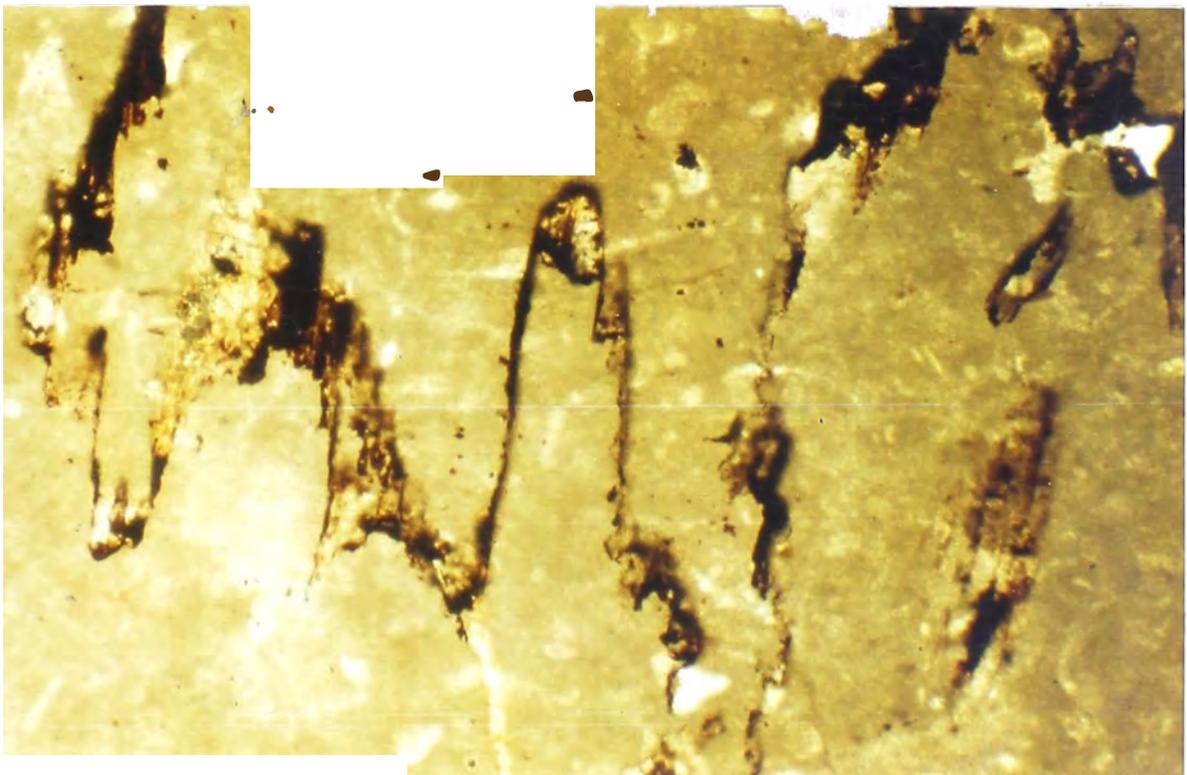


P: Tambo 12,693 pies.

Estructuras de Disolución.

Foto 10

x 10

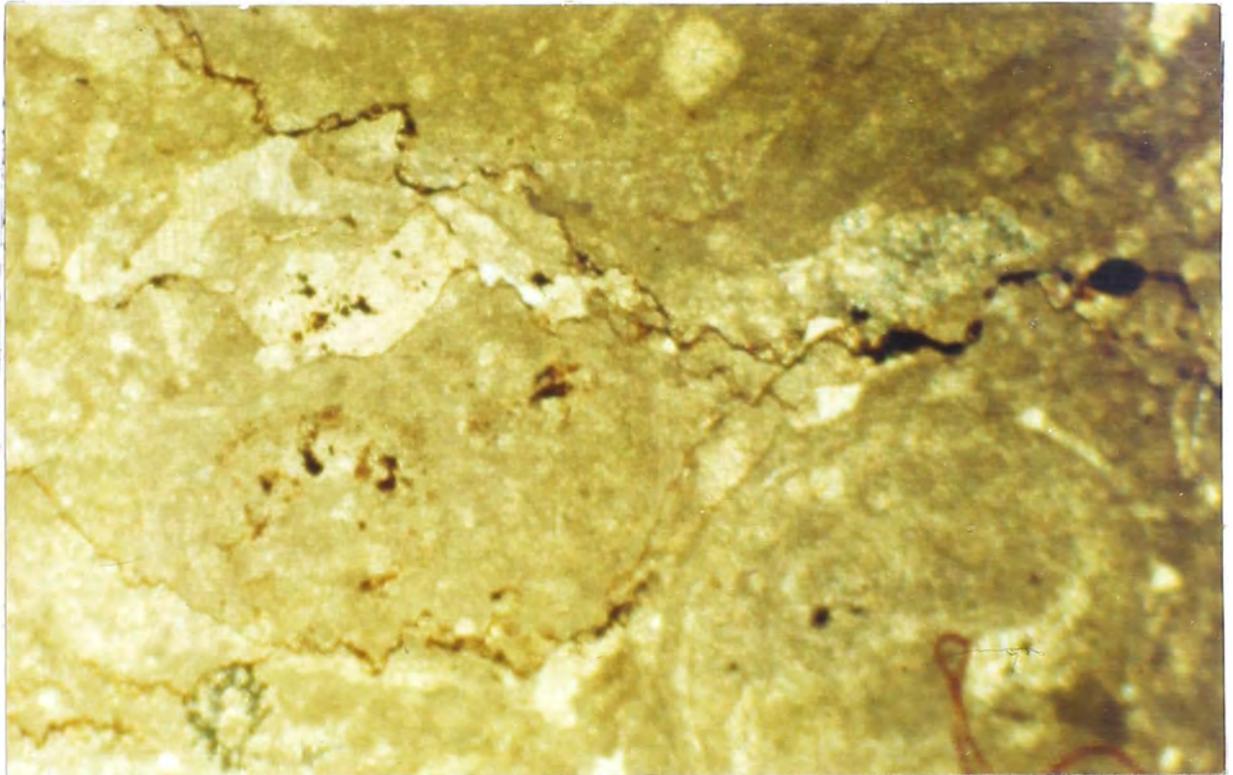


P: Tambo 12,693 pies.

Procesos de Infiltración.

Foto 11

x 10

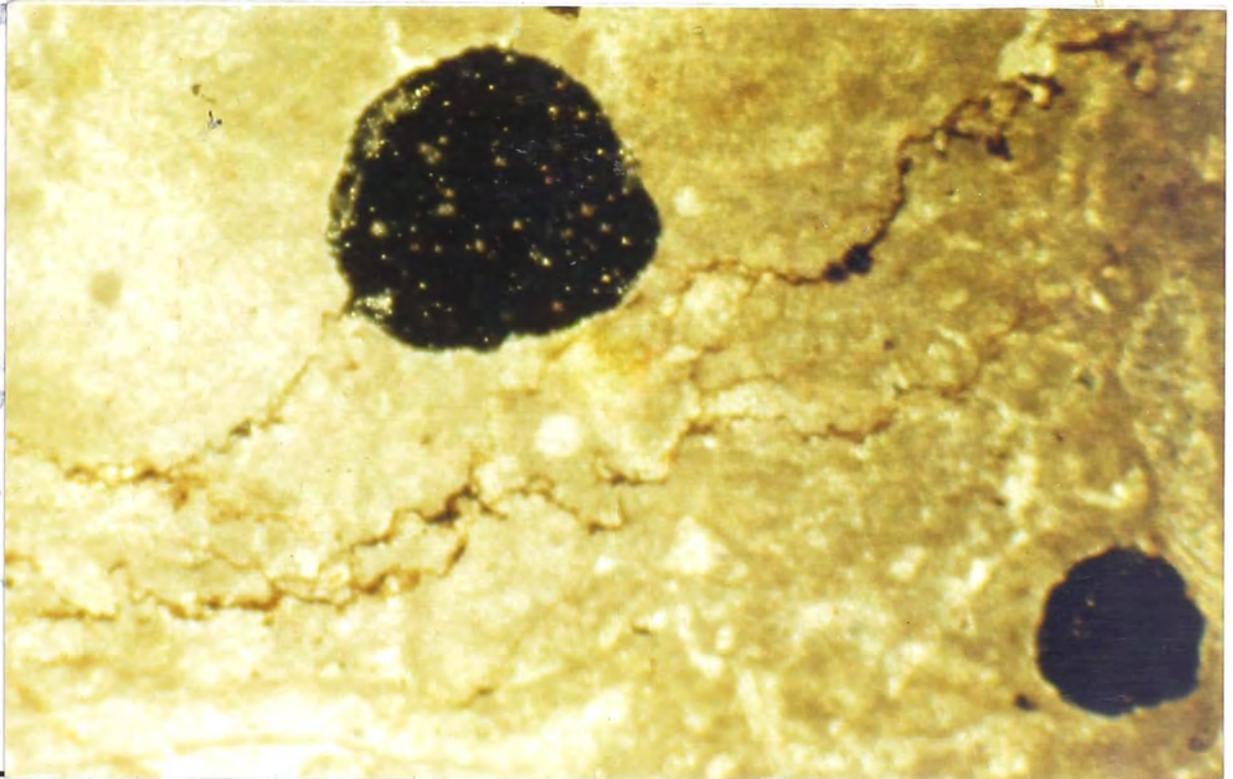


P: Tambo 12,699 pies.

Microfracturas Conectadas.

Foto 12

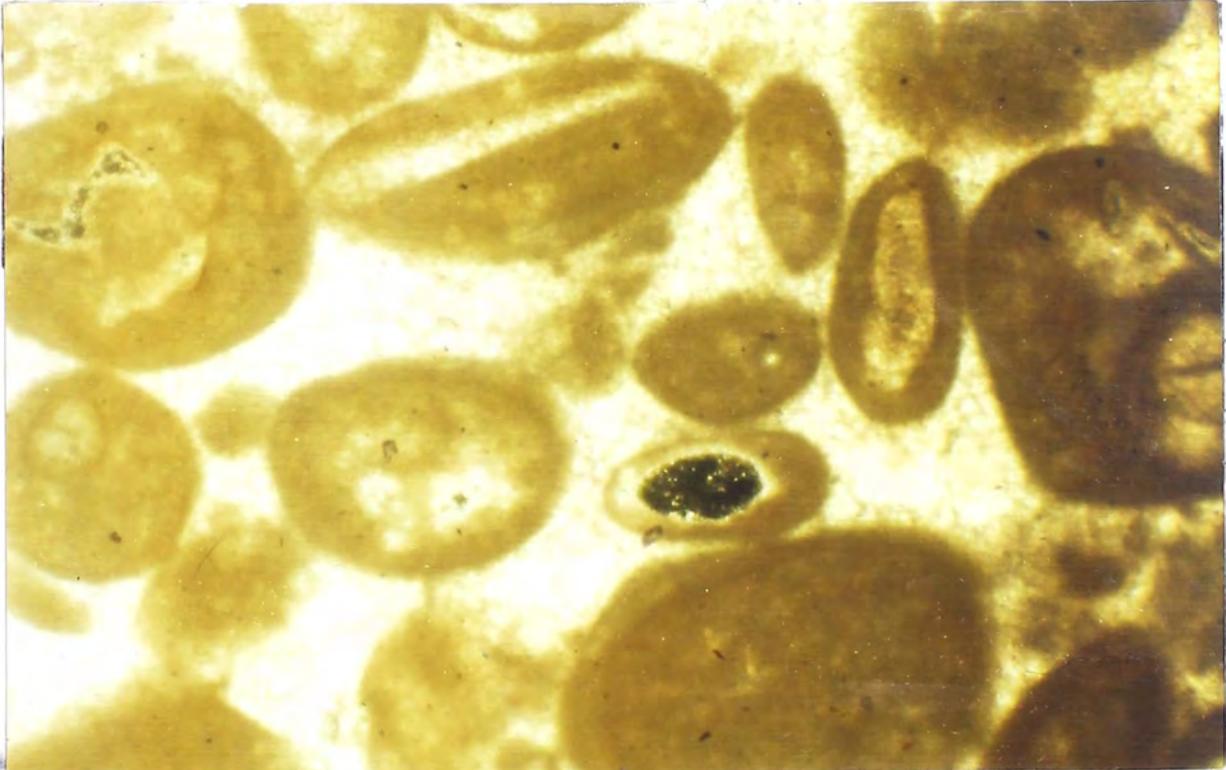
x 10



P: Tambo 12,693 pies. Microfracturas conectadas a los poros.
Presencia de Permeabilidad.

Foto 13

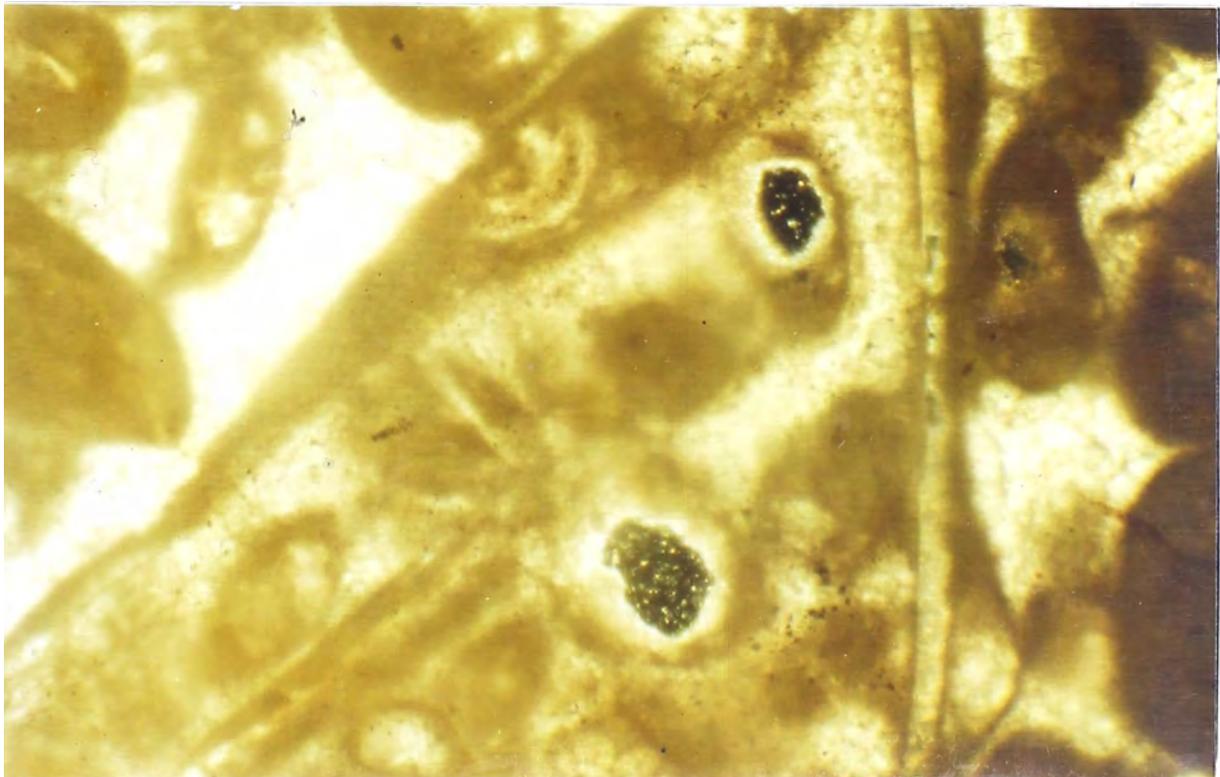
x 10



P: Tambo 12,670 pies. Grainstone Oosparitica (Oolitos).

Foto 14

x 10

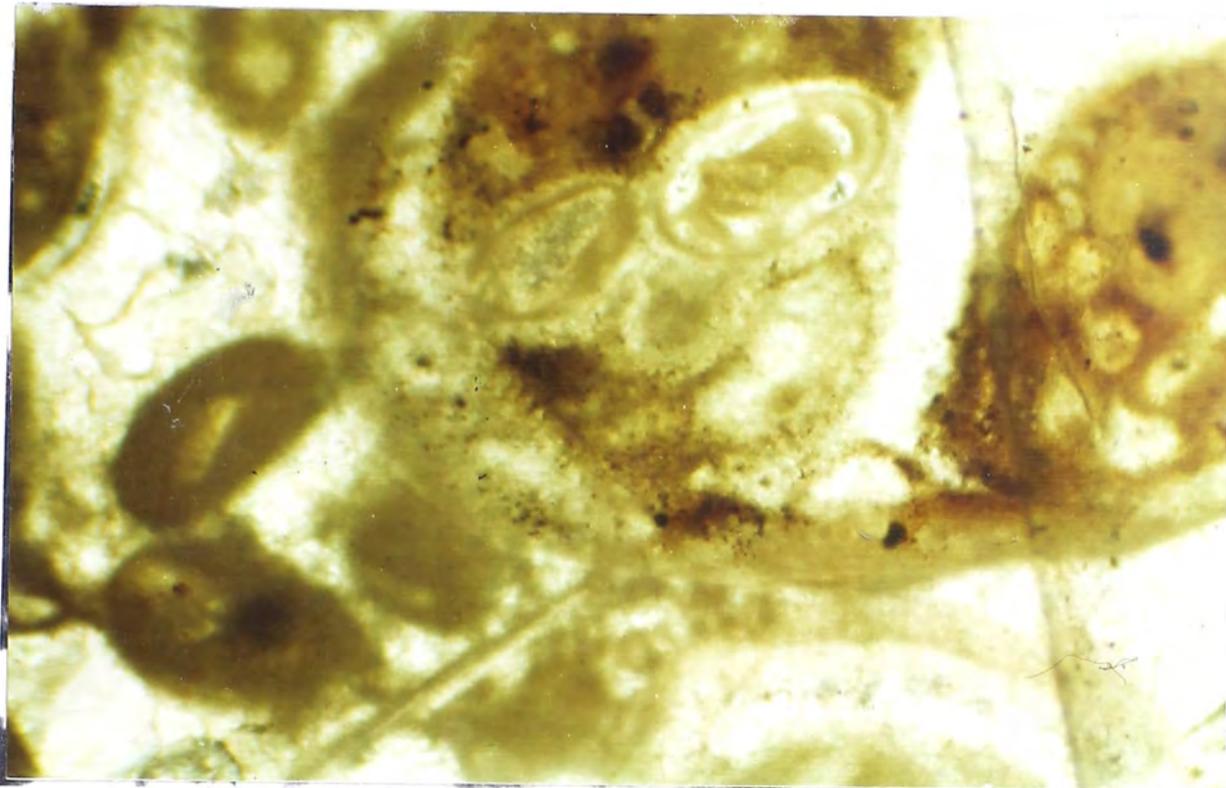


P: Tambo 12,674 pies.

Porosidad Moldica.

Foto 15

x 10

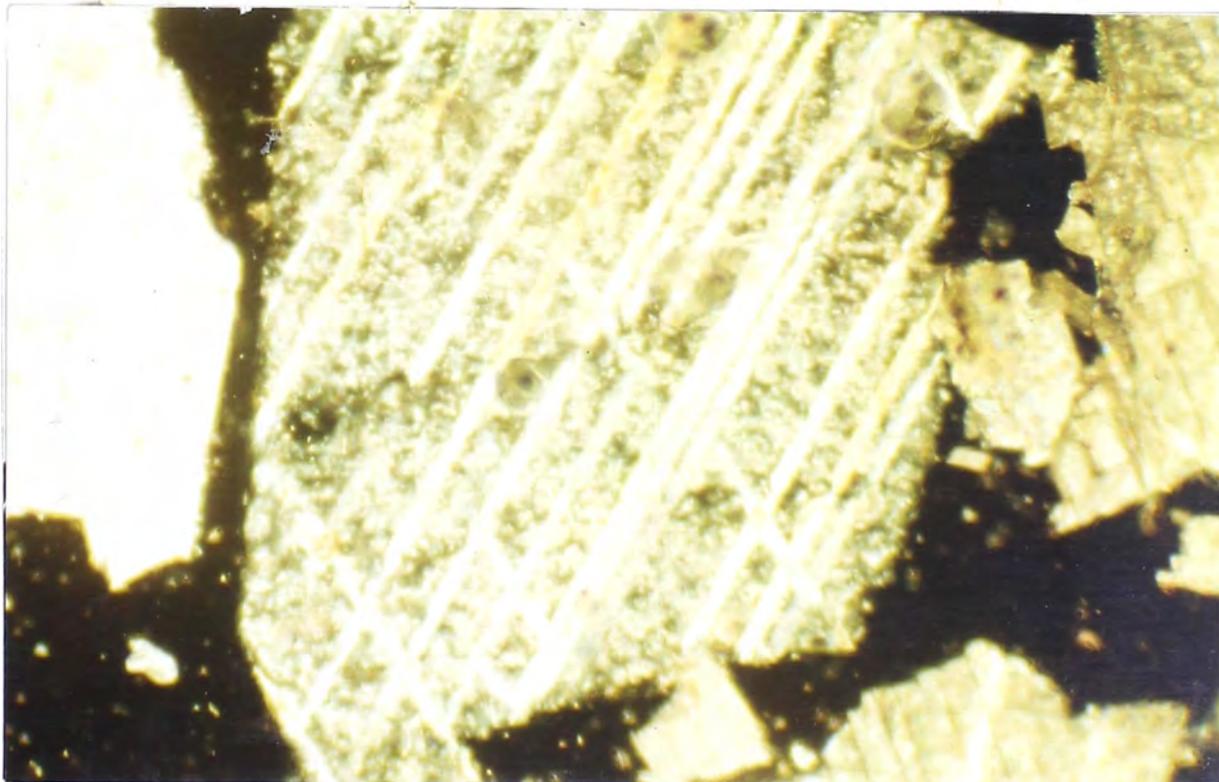


P: Yañez 15,121 pies.

Oolitos.

Foto 16

x 20

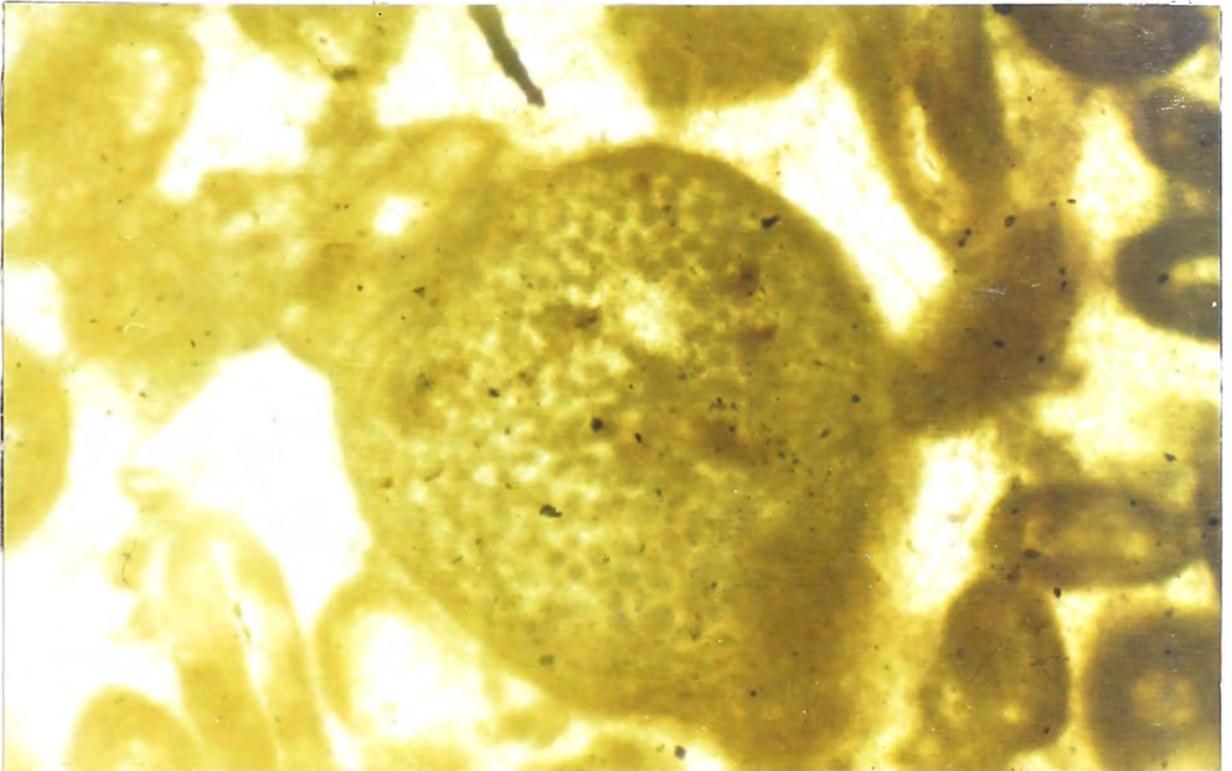


P: Yañez 15,123 pies.

Calcita Esparitica.

Foto 17

x 10

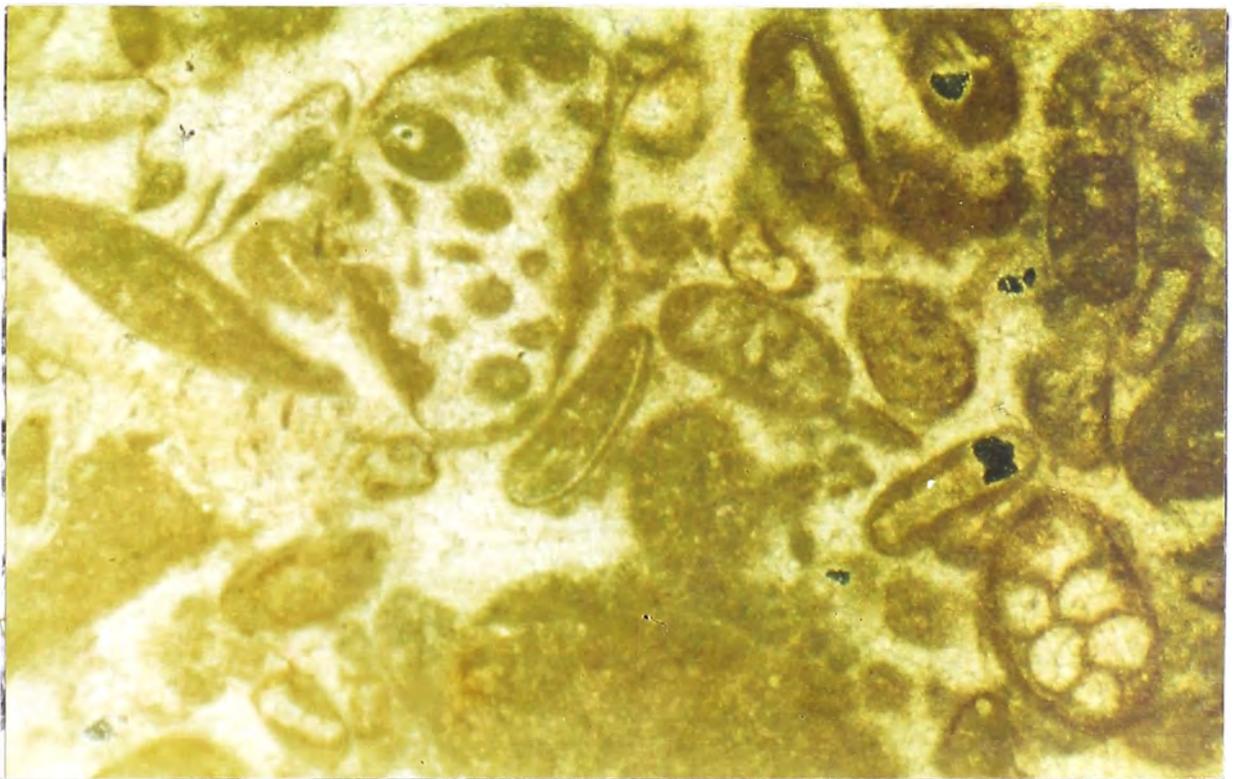


P: Tambo 12,697 pies.

Lagina sp (Cretaceo sp).

Foto 18

x 10

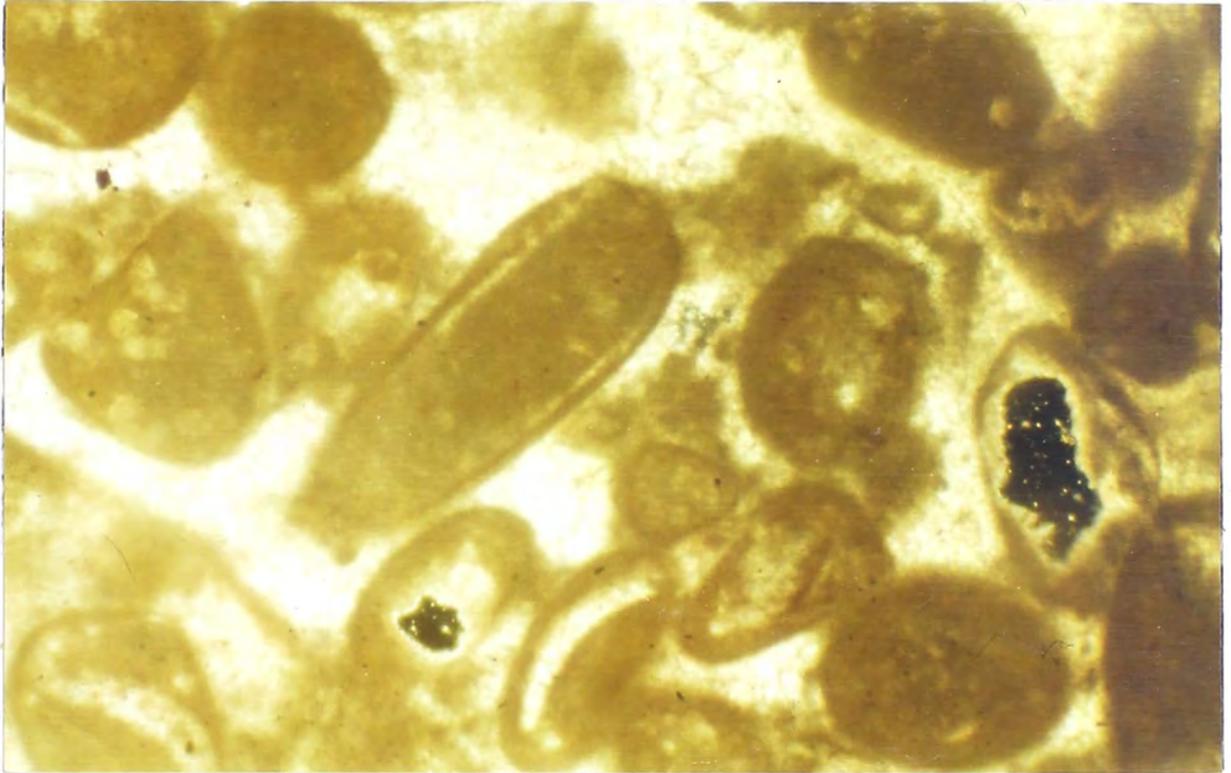


P: Tambo 12,697 pies

Packstone con gasteropodos.

Foto 19

x 10

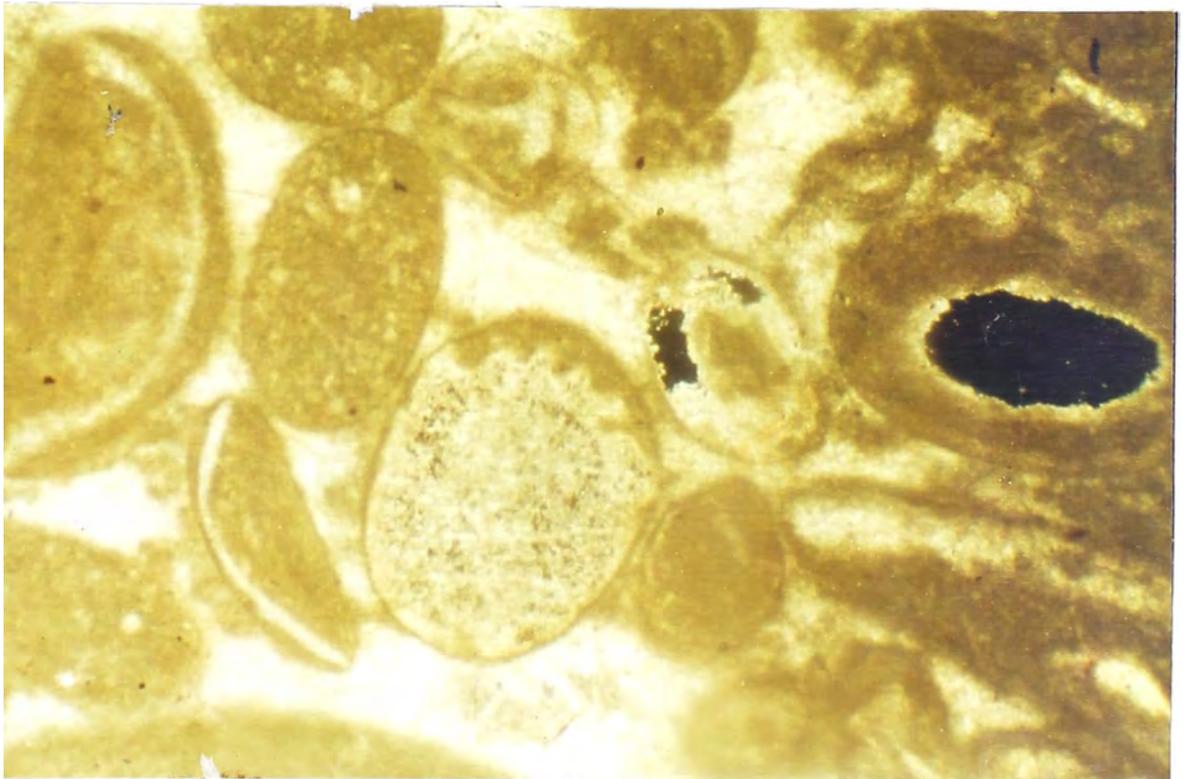


P: Tambo 12,674 pies.

Packstone con porosidad Moldica.

Foto 20

x 10



P: Tambo 12,697 pies

Grainstone con porosidad Moldica.

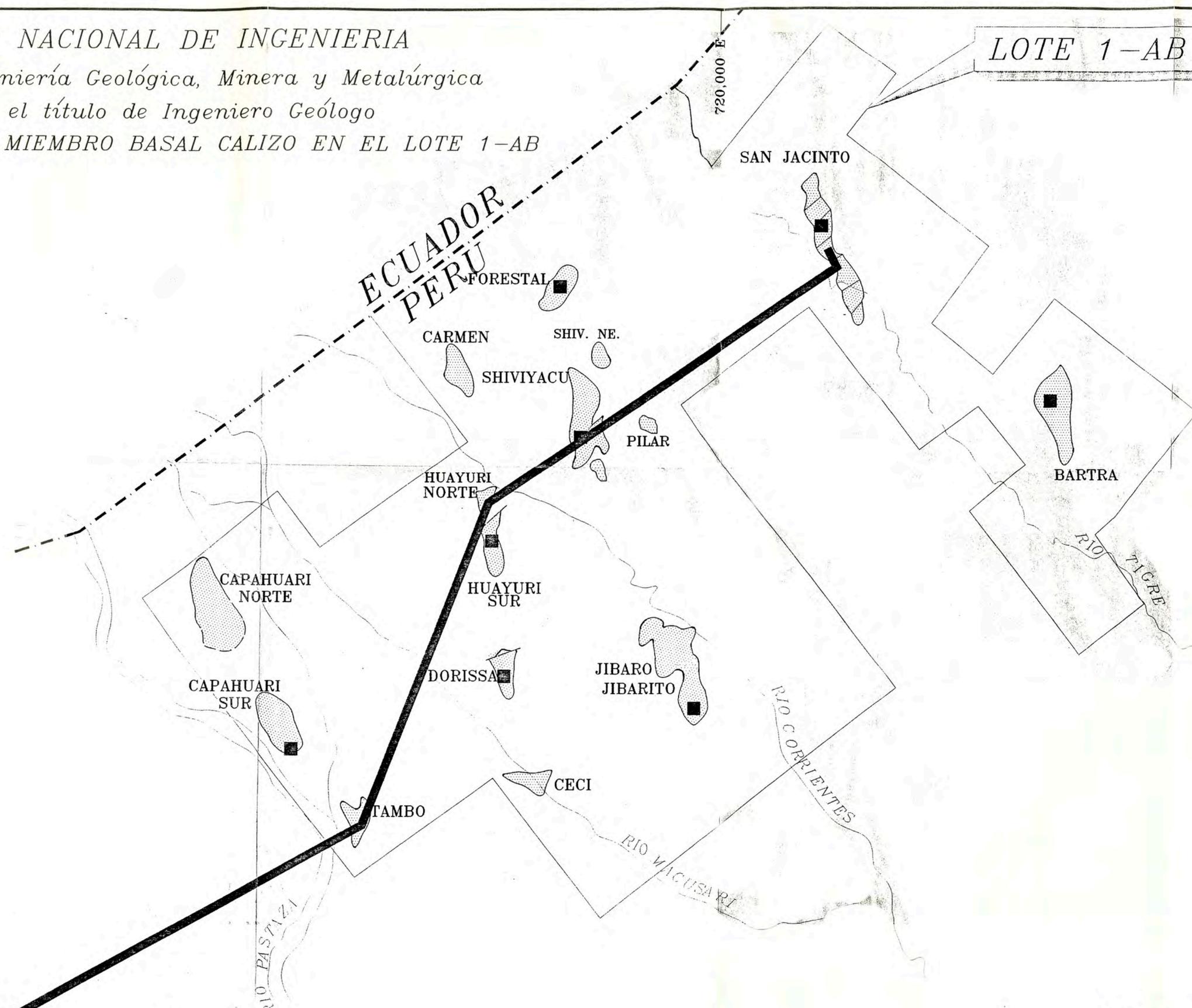
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Tesis para optar el título de Ingeniero Geólogo

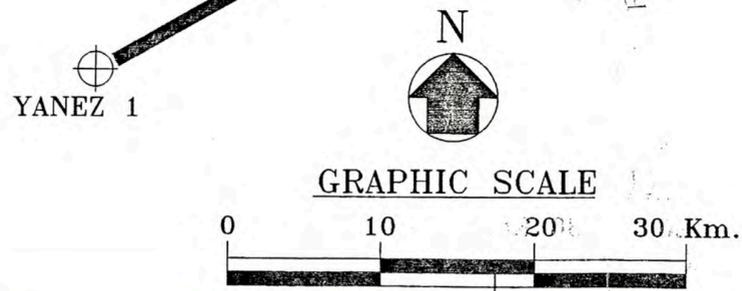
EVALUACION DEL MIEMBRO BASAL CALIZO EN EL LOTE 1-AB

LOTE 1-AB



1'780,000 N

1'780,000 N



A. M. L.

LEYENDA

Campos operados por Occidental
Seccion de correlacion de pozos estudiados
(YA-01, TA-01, HN-01, SJ-14 & SJ-19)

OKY USA, Inc.
04/17/01
B-001-01
SEISMIC DATA
PHYSICAL DATA SHEET
NO. 1

Rel
Depth

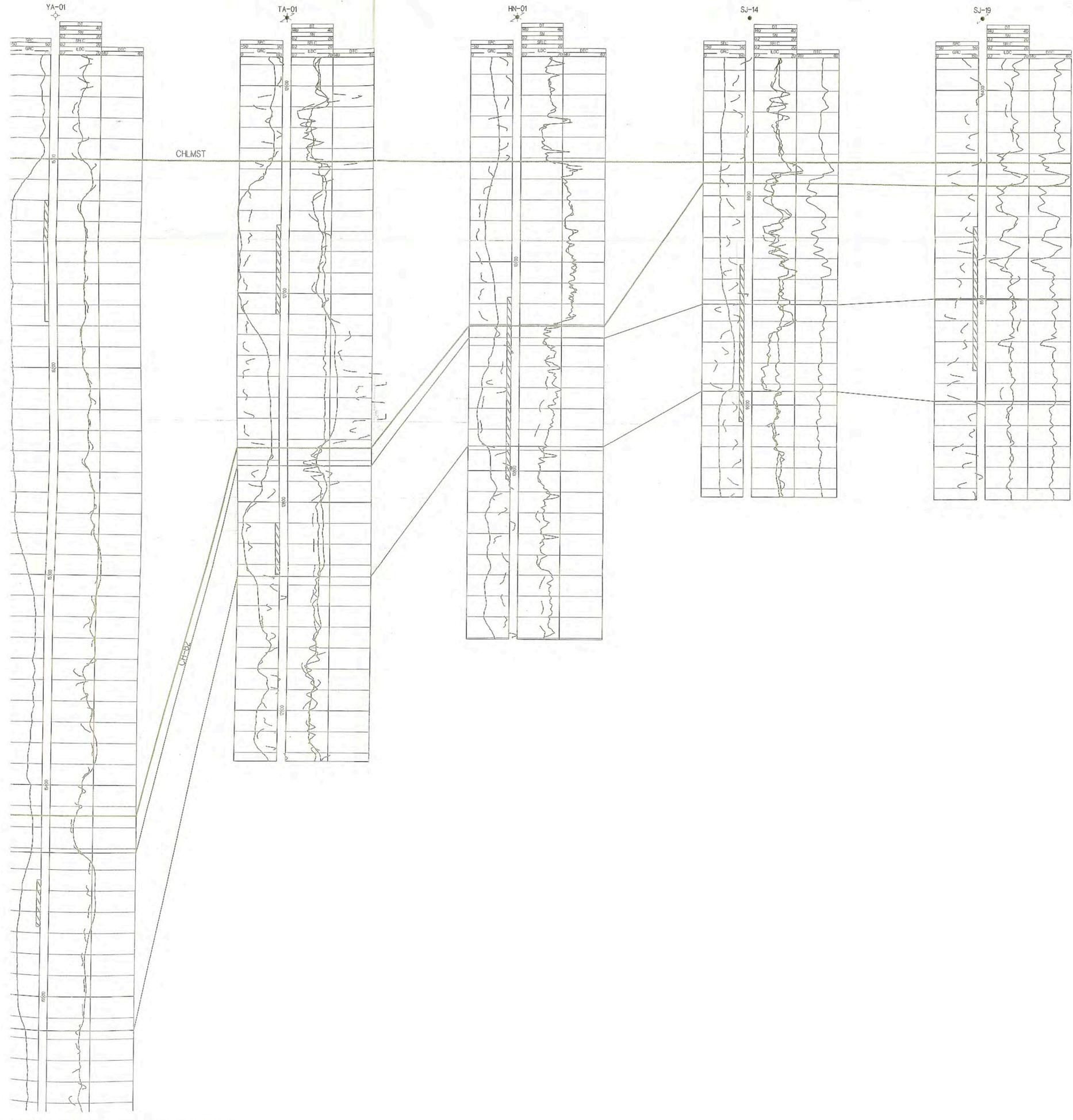
0

-100

-200

-300

-400



OXY USA, INC.
 OXY PDL
 BLOCK - 48
 OXYMA LIMEONE
 2700 W. 100th Street
 OXY

