

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA



*EVALUACION GEOLOGICA POR HIDROCARBUROS
DE LA FORMACION VERDUN EN EL CAMPO
PETROLIFERO DE CARPITAS Y AREAS VECINAS*

(PROVINCIA CONTRAALMIRANTE VILLAR-DEPARTAMENTO DE TUMBES)

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO**

FREDY ALEX VILLAORDUÑA ARTOLA

UNI - ENERO - 1994

Hemos visto que, cuando la ciencia ha llegado más lejos en su avance, ha resultado que el espíritu no extraía de la Naturaleza más que lo que el espíritu había depositado en ella. Hemos hallado una sorprendente huella de pisadas en las riberas de lo desconocido. Hemos ensayado, una tras otra, profundas teorías para explicar el origen de aquellas huellas. Finalmente hemos conseguido reconstruir el ser que las había producido. Y resulta que las huellas eran nuestras.

Eddington

A mis padres Reynaldo y Judith, seres extraordinarios. ellos me enseñaron a luchar y a vencer en las inhóspitas riberas de la existencia. En medio de la turbulencia y decadencia humanas me mostraron un apacible oasis en donde es posible el Amor, la Justicia y la Verdad.

AGRADECIMIENTOS

Con la presente Tesis, seguramente harto imperfecta se pretende contribuir modestamente a un mayor y mejor conocimiento de las posibilidades hidrocarburíferas de la Formación Verdún.

Nada de lo que aquí se expone hubiera sido posible sin el comprometido apoyo de tan magníficas personas de las que recibí sin miramientos ni mezquindades todo lo que pude requerir.

Agradezco a todos aquellos que contribuyeron a que este trabajo se culmine. Especialmente a mi maestro Universitario Ing. Victor Sanz quien me enseñara a dar mis primeros pasos en el fascinante mundo de la Geología del petróleo, sus inestimables observaciones y críticas del texto original me han ayudado a aclarar mis ideas, al Ing. Francisco Dulanto, Gerente General de Cía. GMP S.A. por haberme permitido tan gentilmente desarrollar mi Tesis, brindandome todas las facilidades del caso, pudiendo acceder sin ningún tipo de restricción a la información necesaria para cumplir satisfactoriamente mis propósitos, al Ing. David Sanchez, su apoyo moral ha sido invaluable para mi. El tuvo el acierto de sugerirme el tema de la tesis que ahora tengo la satisfacción de presentar. al Ing. Alfredo Pardo, su reconocida erudición en el campo de la geología del petróleo, sus escrupulosas observaciones de campo y sus agudas interpretaciones sedimentológicas han enriquecido y dado muchas luces

a mi trabajo. al Ing. Eliseo Salcedo, Jefe del Dpto. de Desarrollo por su singular espíritu de colaboración, al Ing. José Pisconte L. por sus valiosas sugerencias, al Ing. José Martínez, Director de la Escuela de Geología por haber tenido la gentileza y disposición de revisar el texto original y hacerme observaciones muy valederas. Finalmente, la misma gratitud quiero manifestar a los señores dibujantes Rodolfo Casas y Rodolfo Calvo por su entusiasta ayuda en la elaboración de los mapas, secciones y láminas.

INDICE GENERAL

- 1.0 SUMARIO
- 2.0 CONCLUSIONES
- 3.0 RECOMENDACIONES
- 4.0 INTRODUCCION
 - 4.1 UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO.
 - 4.2 PROPOSITO DEL TRABAJO
 - 4.3 METODO DE TRABAJO
 - 4.4 BREVE HISTORIA EXPLORATORIA Y DE DESARROLLO
- 5.0 ASPECTOS GEOLOGICOS GENERALES DEL AREA.
 - 5.1 SINTESIS DE LA HISTORIA DEPOSICIONAL DE LOS SEDIMENTOS TERCIARIOS Y CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS GENERALES DEL AREA.
 - 5.2 PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES DEL AREA
- 6.0 CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS DE LA FORMACION VERDUN
 - 6.1 DESARROLLO AREAL
 - 6.2 POSICION ESTRATIGRAFICA DENTRO DE LAS MEGASECUENCIAS DEL EOCENO.
 - 6.3 SUB-UNIDADES O UNIDADES DE SEGUNDO ORDEN
- 7.0 ANALISIS SEDIMENTOLOGICO DE LA FORMACION VERDUN
 - 7.1 DESCRIPCION E INTERPRETACION DE SECCIONES ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS EN EL CAMPO
 - 7.2 ENSAYO DE RECONSTRUCCION DE LA HISTORIA DEPOSICIONAL

- 7.3 TENDENCIAS SEDIMENTARIAS
- 8.0 GEOLOGIA DE HIDROCARBUROS
 - 8.1 YACIMIENTO PUNTA BRAVO
 - 8.2 YACIMIENTO CARPITAS OESTE
 - 8.3 YACIMIENTO CARPITAS ESTE
 - 8.4 CARACTERISTICAS DEL RESERVORIO "VERDUN"
 - 8.5 CARACTERISTICAS DE LOS FLUIDOS
 - 8.6 ESTIMACION DE RESERVAS - Fm.VERDUN
 - 8.7 ESTUDIO GEOQUIMICO
 - 8.7.1 CRITERIOS BASICOS PARA UNA EVALUACION GEOQUIMICA
 - 8.7.2 EVALUACION DE ROCA MADRE
 - 8.7.2.1 CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA
 - 8.7.2.2 TIPO DE MATERIA ORGANICA
 - 8.7.2.3 MADUREZ DE LA MATERIA ORGANICA
 - 8.7.3 ESTUDIO DEL PETROLEO
- 9.0 POTENCIAL HIDROCARBURIFERO Y PRINCIPALES AREAS PARA EXPLORACION DEL OBJETIVO "VERDUN"
- 10.0 LOCACIONES PROPUESTAS PARA DESARROLLO DEL OBJETIVO "VERDUN"
- 11.0 MAPAS E ILUSTRACIONES
- 12.0 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



1.0 SUMARIO

La presente Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo que se expone ante el Jurado de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería se titula "EVALUACION GEOLOGICA POR HIDROCARBUROS DE LA FORMACION VERDUN EN EL CAMPO PETROLIFERO DE CARPITAS Y AREAS VECINAS". Provincia Contraalmirante Villar -Departamento de Tumbes.

El área de estudio cubre una superficie de aproximadamente 60 Hectáreas y se encuentra ubicada en el sector Norte de la Cuenca Talara en donde se tienen sedimentos Terciarios (Eoceno, Oligoceno Superior , Mioceno inferior) y Cuaternarios, reposando sobre un basamento Paleozoico y Cristalino Pre-paleozoico.

La Formación Verdún, del Eoceno Superior, es el objeto particular del presente estudio siendo su evaluación

geológica el sustento de la Tesis que a continuación se presenta.

La Formación Verdún, cuyo espesor oscila entre 400 y 700 pies, sobreyace a las lutitas Talara con discordancia erosiva y angular de bajo ángulo, y subyace a las lutitas Chira siendo el paso a estas de forma gradacional.

Se distinguen tres miembros dentro de la Fm. Verdún. El miembro inferior predominantemente areno conglomerádico, con una considerable variación lateral y vertical, verificandose un cambio de espesor entre 30 y +70 m. de Oeste a Este y Sureste. El miembro medio, corresponde a una sedimentación de máxima subsidencia en el marco de la transgresión del ciclo "Verdún"; acusa variaciones principalmente en sus características petrográficas, desde una secuencia alternante de lutitas, limolitas y areniscas de grano fino hasta un "todo" de lutitas, no habiendose podido determinar las direcciones en las que estas ocurren. Finalmente, el miembro superior, con características

que reflejan una corta retirada del mar, está representado por una secuencia de areniscas de grano medio a grueso, con una tendencia general de adelgazamiento hacia el Oeste; dentro de este miembro, el espesor de la "arena" prospectiva varía de 10 a 40 m.

Los miembros inferior y superior presentan desarrollos con posibilidades prospectivas en áreas restringidas, las mismas que se ubican al Este y Sureste de los yacimientos Carpitás, en el contexto del semigraben de Carpitás.

Estructuralmente el área ha sufrido un intenso fallamiento, asociado a mecanismos predominantemente distensivos, configurando un "edificio" tectónico a manera de bloques hórsticos y grabénicos y de repeticiones formacionales, guardando estos últimos una estrecha relación con sistemas de fallamiento sucesivo de bajo ángulo.

El entrampe hidrocarburífero en los horizontes de roca reservorio de la Fm. Verdún está condicionado por

factores de tipo stratigráfico y estructural, por lo que el éxito de una campaña exploratoria estará supeditada a la conjunción armónica de ambos aspectos, además de las consideraciones oleogenéticas.

Los yacimientos Punta Bravo, Carpitás Oeste y Carpitás Este son los responsables de la mayor producción del Campo hidrocarburífero de Carpitás. Las áreas para desarrollo en el contexto de los mismos son muy limitadas. Sólo en el yacimiento Carpitás Este se pueden considerar ciertas áreas para desarrollo por inter - ubicación quedando abierta la posibilidad de desarrollos por extensión siempre y cuando se pueda definir el límite estructural hacia el Noroeste del yacimiento mencionado.

Estudios geoquímicos realizados por SOJUZKARTA VNIIZARUBEZHGEOLOGIA para la Cía Graña y Montero Petrolera S.A. y GEOCHEM LABS. of HOUSTON para AMERICAN INTERNATIONAL PETROLEUM CORP. (AIPC) arrojan resultados importantes principalmente en lo referente al tipo de M.O., grado de madurez de la M.O. y a la correlación de los petróleos analizados. Se ha

determinado mediante los análisis que la M.O contenida en los sedimentos tiene componentes húmicos y sapropélicos. De los valores de índice de hidrógeno se ha podido reconocer kerógenos principalmente de los tipos II y III, muy raramente del tipo I. En lo referente al grado de madurez, las arcillas de las Formaciones Verdún, Chira y Carpitás, del Eoceno Superior están en el rango de inmaduras, las arcillas de las Formaciones del Eoceno Inferior y medio pueden ser consideradas maduras siempre que estén a profundidades mayores de 1,3 Km y las lutitas de las Formaciones Máncora y Heath, del Oligo-Mioceno a profundidades superiores de 950m. Finalmente, en lo concierne a la correlación de los petróleos, todos los petróleos analizados están genéticamente vinculados; sus gravedades específicas varían entre 25° y 42° API y corresponden al tipo parafínico nafténico.

Empero, se debe señalar que aún hay muchas preguntas por responder, las mismas que tienen que ver con la evaluación del verdadero potencial oleogenético y su relación con las principales y posibles rocas madre.

2.0. CONCLUSIONES

1. El Campo Hidrocarburífero de Carpitas, constituido por los yacimientos Punta Bravo, Carpitas Oeste y Carpitas Este, ha sido desarrollado en una superficie limitada por la línea de costa y la traza de la Falla Carpitas por el Oeste y Este respectivamente, el mismo que presenta - si consideramos como objetivo sólo la Formación Verdún reservas hidrocarburíferas económicamente marginales.

2. El área de estudio presenta zonas prospectables; éstas se ubican al Este y Sureste del Campo Petrolífero de Carpitas, en el contexto del semi graben de Carpitas, el mismo que está limitado por las Fallas Carpitas y Algarrobo - El Bravo por el Oeste y Este respectivamente.

3. El área comprendida entre la línea de costa actual y la Falla Carpitas no presenta prospectos exploratorios por el objetivo "Verdún", salvo un bloque ubicado al Sur del Yacimiento Carpitas Oeste,

hundido con respecto a éste.

4. Entre los tres yacimientos del Campo Petrolífero de Carpitás, el yacimiento Carpitás Este presenta mejores desarrollos de los horizontes productivos de la Fm. "Verdún", en el mismo que puede ser viable un pequeño programa de desarrollo por inter - ubicación (en este yacimiento se registra el menor riesgo estratigráfico) quedando abierta la posibilidad de desarrollo por extensión siempre y cuando pueda definirse el límite estructural Noroeste del yacimiento.

5. El entrampamiento hidrocarburífero en la Formación Verdún está condicionado por factores de tipo estratigráfico y estructural.

6. La Formación Verdún es una unidad litoestratigráfica en la que se pueden definir tres miembros, de los cuales - en áreas restringidas - los miembros inferior y superior pueden ser prospectivos.

7.- Aún con todos los estudios de evaluación

geoquímica realizados hasta la fecha, no es posible resolver en forma definitiva los problemas sustantivos ligados a la oleogénesis en el área.

3.0. RECOMENDACIONES

1. En base a la información obtenida del programa de prospección sísmica ejecutada, definir estructuras ("Bloques estructurales") favorables en áreas donde las "arenas" de los miembros Inferior y Superior de la Fm. Verdún presenten optimas características sedimentológicas, condicionantes de la calidad y geometría del reservorio.

2. Realizar determinaciones de tipo cuantitativo de los principales parámetros del reservorio "Verdún" esto es, porosidad y permeabilidad a partir de las muestras de afloramientos representativos.

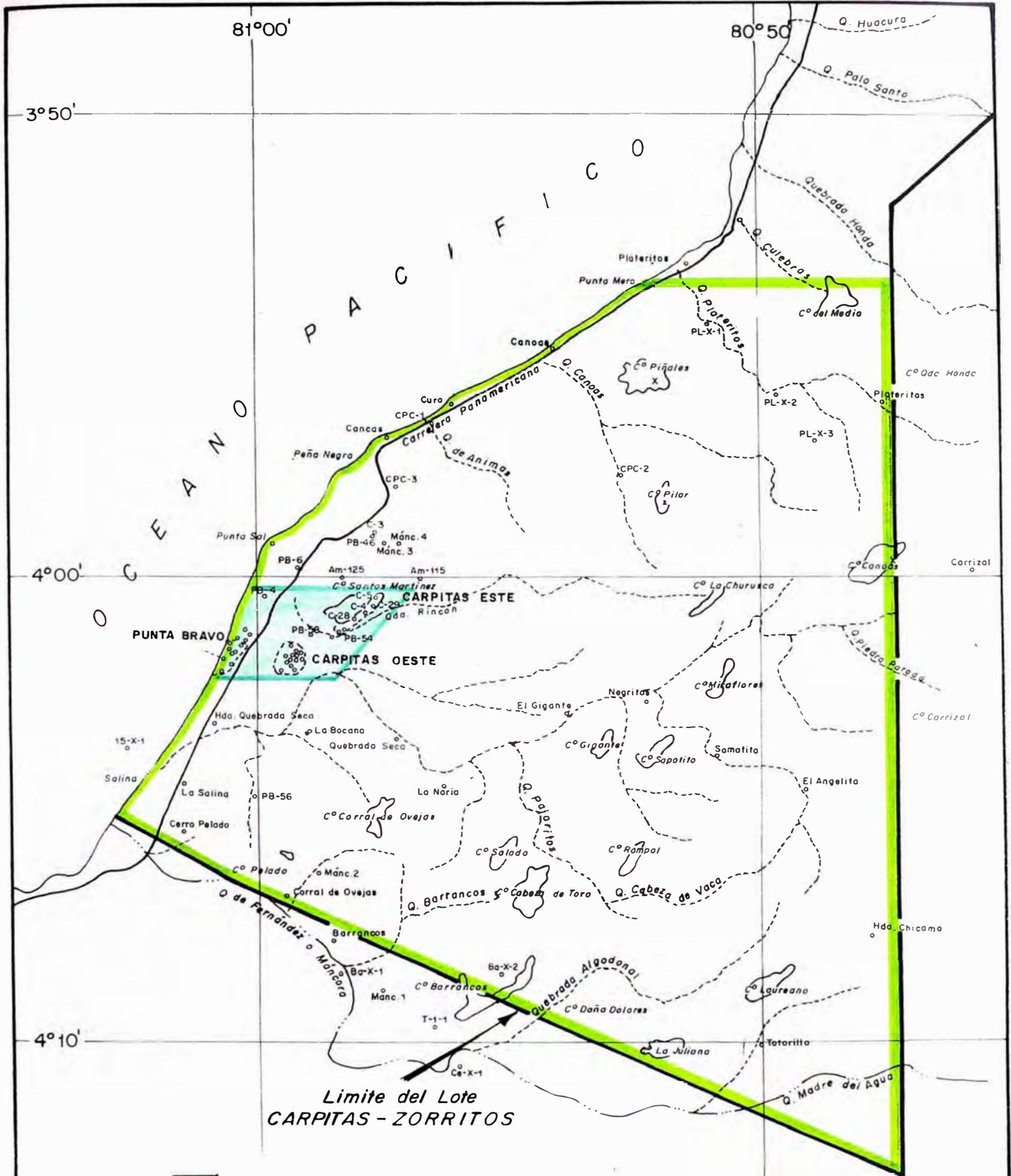
3. Debido al inevitable riesgo principalmente estratigráfico que entraña todo prospecto exploratorio por el objetivo "Verdún" en el área, pese a haberse definido las áreas de las tendencias más favorables, se recomienda considerar, además de este, objetivos más profundos (Ostrea - Mogollón) de modo que pueda conocerse el verdadero potencial (si es que lo tuviera) del área.

4.0. INTRODUCCION

4.1. UBICACION Y EXTENSION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada en la provincia Contraalmirante Villar, Departamento de Tumbes. Tiene como límites a las Quebradas Máncora por el Sur Plateritos por el Norte, por el Oeste al Océano Pacífico y por el Este a la línea N - S que define el límite oriental del área de contrato de Operaciones Petroleras "Carpitas - Zorritos", cuya distancia a la línea de costa varía entre 8 y 28 Km.

Tiene como acceso principal la Carretera Panamericana, la misma que es una vía asfaltada de doble circulación, extendiéndose casi paralelamente a la línea de costa. Además de ésta, existen carreteras afirmadas y caminos carrozables de penetración hacia el Este, los mismos que siguen el curso de las quebradas principales. La superficie abarca una extensión de aproximadamente 60 Hectáreas (Fig.1).



- Area de Estudio
- Campo Petrolifero de Carpititas

GRAÑA Y MONTERO PETROLERA S.A.
 DPTO. EXPLORACION Y DESARROLLO

AREA DE ESTUDIO

ESCALA = 1 : 200,000

0 5 10 km

Fig. 1

4.2. PROPOSITO DEL TRABAJO

En la Evaluación Geológica realizada que constituye el sustento de la presente tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo, se considera como objetivo de estudio a la Formación Verdún. En tal sentido, el presente trabajo tiene el propósito primario de evaluar usando toda la información disponible las posibilidades exploratorias que presenta la formación aludida; simultáneamente, ponderar la factibilidad o no de algún programa de desarrollo de pozos en el contexto de los yacimientos del Campo Petrolífero de Carpitás.

4.3. METODO DE TRABAJO

Se ha utilizado toda la información de subsuelo y de superficie de los archivos de Geología de la Compañía Graña y Montero Petrolera S.A, la misma que ha sido proporcionada mayoritariamente por la Empresa Estatal Petróleos del Perú.

Además, se han tomado algunas consideraciones geológicas y geoquímicas del trabajo realizado por SOJUZKARTA - VNIIZARUBEZGEOLOGIA para la Cía Graña y Montero Petrolera S.A.

Tomando en cuenta el objetivo de la presente Tesis se elaboró un programa de trabajo de campo, el mismo que sirvió para realizar mediciones de secciones estratigráficas correspondientes a la Formación Verdún en la gran mayoría de los afloramientos.

El análisis de toda esta información ha permitido realizar una reinterpretación estratigráfica, sedimentológica y estructural y, por ende, de la

geología económica.

Se debe mencionar que actualmente se viene interpretando la información de la prospección sísmica ejecutada, se espera que la misma conduzca a precisar y definir futuras locaciones exploratorias.

4.4 BREVE HISTORIA EXPLORATORIA Y DE DESARROLLO

En el campo Hidrocarburífero de Carpitás y áreas vecinas se han realizado trabajos de exploración y desarrollo en varias etapas.

Los primeros trabajos se llevaron a cabo entre 1926 y 1930 los mismos que fueron ejecutados por las Compañías Internacional Petroleum Company y Cia. Petrolera Cancas, perforando 4 y 3 pozos respectivamente. Los resultados no fueron positivos, pues tan solo se obtuvieron señas de petróleo.

En el período comprendido entre 1938 y 1942, el Departamento de petróleo del Ministerio de Fomento perforó 6 pozos, estos fueron abandonados; solo se

encontraron señas de petróleo.

Entre 1951 y 1953, la Empresa Petrolera Fiscal puso en marcha un importante programa exploratorio llegando a perforar 6 pozos, resultando el pozo PB-90 en Carpitas Este, productivo, el mismo que fue puesto en producción con un IPR de 50 Bls/día, de 36° API de gravedad específica. El horizonte productivo fue identificado como el "conglomerado basal" de la Formación Verdún (V. Sanz, 1983).

Por un periodo de 13 años (1956-1968) el área fue concedida por contrato de operaciones con la Empresa Petrolera Fiscal, a la Cia. Petrolera Amotape S.A. Esta Compañía llevó a cabo el programa de desarrollo más importante que se haya realizado en el área, llegando a perforar 29 pozos de los cuales 17 resultaron productivos y 12 fueron abandonados.

Entre 1969 y 1970 la Cia. Belco perforó 2 pozos exploratorios en el Zocalo del área, el 16-X-1 y el 15-X-1. El primero probó 143 MPC de gas (V. Sanz,

1983).

Petróleos del Perú, en 1970 perforó 3 pozos exploratorios. el pozo AM-105 probó 999 MPC de gas del Miembro Cabo Blanco de la Formación Echinocyamus. El pozo AM-115 no fue probado, pero por las características que presentan los registros eléctricos del pozo en los "niveles" correspondientes a la Formación Echinocyamus se le considera con un buen potencial de gas.

Finalmente, en Enero del año 1992 la Cia. Graña y Montero Petrolera S.A. en cumplimiento de un contrato de "Exploración-Producción con Riesgo" con Petróleos del Perú, perforó su primer pozo exploratorio GMP-X-1, ubicado entre los yacimientos Punta Bravo y Carpitás Oeste, siendo el objetivo primario la Formación Verdún. Los horizontes productivos de esta formación no fueron encontrados debido a factores estructurales y/o cambio de facies, motivo por el cual se decidió explorar las formaciones subyacentes, tales como Echinocyamus y Ostrea. Las "arenas" del miembro Cabo

Blanco de la Formación Echinocyamus probaron tener cierto potencial de gas y algunos "niveles" de "arenas" de la Formación Ostrea mostraron presencia de petróleo. El pozo fue cerrado luego de habersele realizado una serie de pruebas y trabajos de estimulación sin obtenerse resultados positivos.

5.0. ASPECTOS GEOLOGICOS GENERALES DEL AREA

El área de estudio, se encuentra ubicada en el sector Norte de la Cuenca Talara, la misma que tiene como límites estructurales actuales al borde sur del pilar tectónico de Zorritos por el Norte, al borde norte del levantamiento Paita - Sullana por el Sur, la cadena de los Amotapes por el Este y el alto de basamento "Banco Perú" por el Oeste (O. zevallos, 1970). (Fig.2). Su posición dentro de un contexto geotectónico de margen activo ha hecho posible la creación de unas condiciones muy particulares en lo referente a la evolución deposicional, estructural y oleogenética, constituyendo un caso excepcionalmente interesante de la geología del Perú.

La complejidad geológica que entraña la Cuenca Talara ha motivado a muchos estudiosos a sugerir hipótesis, teorías y algunos modelos geológicos que den luces y guíen la exploración y desarrollo de campos petrolíferos. Lo cierto es que aún con todos los estudios realizados no ha sido posible hasta la fecha

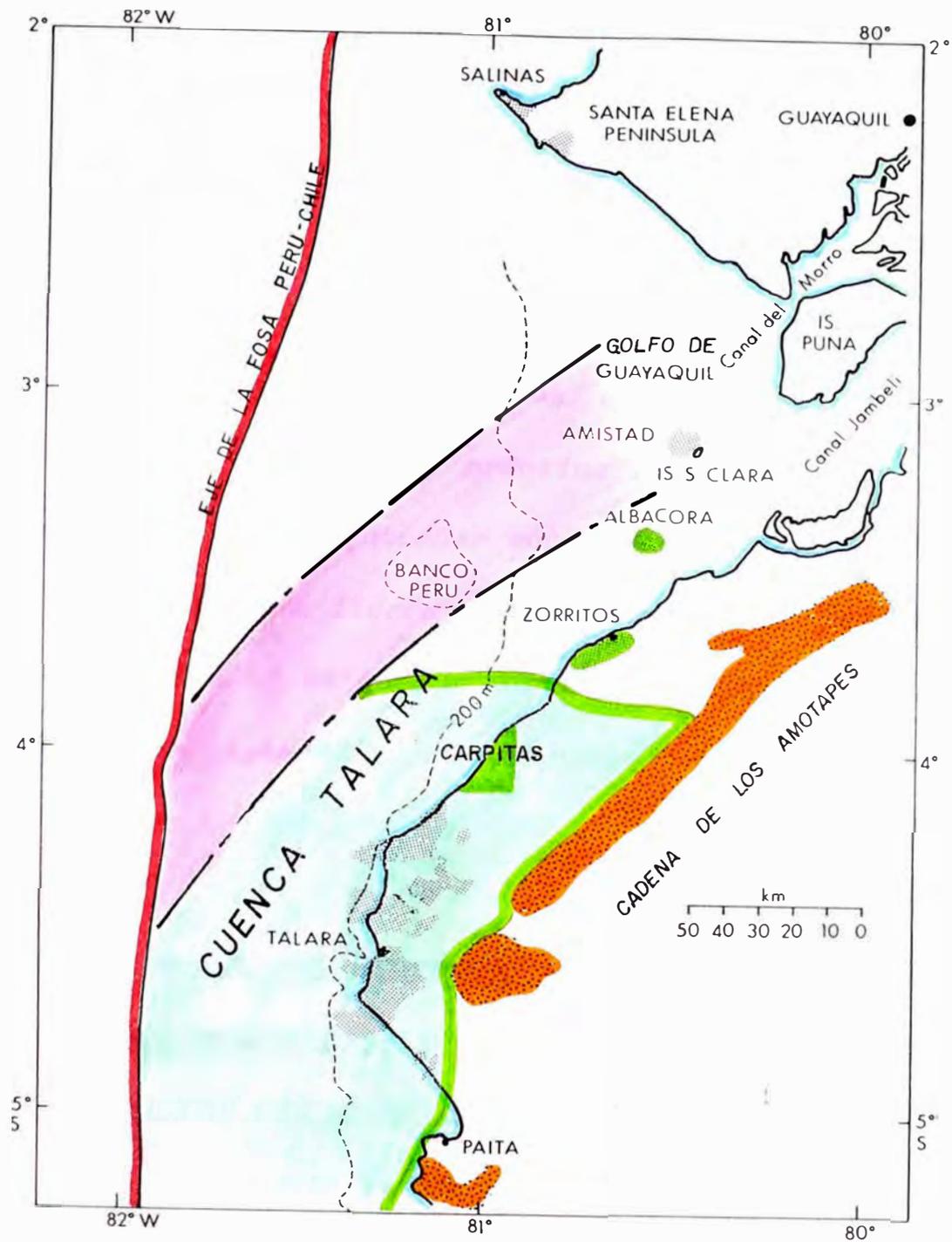


Fig. 2

concebir un modelo geológico global de rigurosidad fáctica capaz de explicar satisfactoriamente las singularidades geológicas cuyos desarrollos en el espacio - tiempo han hecho posible la generación, migración, acumulación y preservación de hidrocarburos. De cualquier forma, el geólogo tiene un gran desafío científico y práctico bajo sus pies, y éste consiste en desentrañar con las herramientas de las Ciencias de la Tierra lo que hasta ahora nos es oculto, máxime si es que de por medio existe un nada despreciable interés por descubrir nuevos campos petrolíferos.

5.1. SINTESIS DE LA HISTORIA DEPOSICIONAL DE LOS SEDIMENTOS TERCIARIOS Y ALGUNAS CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS GENERALES DEL AREA

La "pila" sedimentaria Terciaria en el área de Carpitás está conformada por megasecuencias cuya evolución y desarrollo se estima que comprende a períodos que van desde el Eoceno hasta el Mioceno Temprano, la misma que reposa parcialmente sobre un basamento Paleozoico (Grupo Amotape), afectado este

último por intrusiones graníticas post - Paleozoicas y pre-cretácicas en el sector Sur del área (A. Pardo, comunicación oral). En el sector Norte el basamento es cristalino de edad pre - Paleozoica el mismo que se extiende hasta el dominio de la Cuenca Progreso a cuyos sedimentos les sirve también de basamento.

Un período de emersión, al parecer total y erosión intensa antecede a la deposición Eocénica "barriando" probablemente por completo sedimentos Paleocénicos y Cretáceos (?), "calando" la erosión hasta el basamento ya sea éste Paleozoico o cristalino pre - Paleozoico. Posteriormente el área entra a un franco proceso de subsidencia condicionando una transgresión marina que va a definir un horizonte areno - conglomerádico basal denominado Formación Trigal (V.Sanz 1983); los pozos PL-X-1, PL-X-2, PL-X-3, Ba-X-2, etc. han cortado este horizonte de facies continental. Se piensa que éste puede ser el equivalente de la Formación Basal Salina encontrada en otros campos de la Cuenca Talara, aunque debe precisarse que esta última corresponde a facies marcadamente marinas (A. Pardo, comunicación oral).

Mientras la subsidencia continuaba el área debió ir ocupando posiciones de aguas cada vez más profundas, definiendo una secuencia arcillosa (lutitas grises) denominada Formación San Cristobal. La deposición de esta secuencia culmina gracias a que el área es sometida a un gradual proceso de emersión con el que se crean condiciones y ambientes de deposición de transición y continentales en los que predominan sedimentos areno - conglomerádicos con algunos "niveles" de arcillas, estos reciben la denominación de Formación Mogollón, teniendo un desarrollo areal muy significativo. Los pozos PL-X-1, PL-X-2 y PL-X-3, localizados en el sector Norte del área, han cortado una sección de aproximadamente 900 pies de espesor correspondiente a esta unidad. El pozo AM-125 ha cortado a la misma pero parcialmente (su parte superior). Finalmente los pozos Ba-X-1, Ba-X-2, T-1-1 y Ce-X-1, también la han cortado, en uno de los cuales tiene un espesor de hasta 1500 pies. Por las consideraciones anteriores se puede suponer sin estar muy lejos de la verdad que de perforarse algún pozo

exploratorio en el área, teniendo como objetivo al "Mogollón", el espesor a cortarse oscilaría entre 900 y 1500 pies.

Pequeñas oscilaciones de la cuenca marcan y determinan el rasgo general del régimen sedimentario subsiguiente, esto es, en forma gradual, las condiciones hidrodinámicas que controlan la sedimentación van definiendo una tendencia deposicional regresiva (secuencia negativa - grano creciente) La secuencia depositada bajo estas condiciones es conocida como Formación Ostrea, la misma que está constituida por intercalaciones de areniscas a veces conglomerádicas con "paquetes" de arcillas (lutitas). Esta unidad litoestratigráfica se caracteriza además de lo mencionado por presentar una gran variación lateral (el porcentaje de arcillas crece de NE a SW), tan es así que en los campos localizados al sur del área, está constituida predominantemente por arcillas (G. Gonzales, 1976). La Formación Ostrea ha sido encontrada en subsuelo por algunos pozos, habiéndola cortado parcial y

totalmente, sin embargo, es muy difícil precisar su espesor en zonas tectónicamente afectadas por mecanismos complejos de fallamiento que condicionan la ocurrencia de "repeticiones formacionales" lo que contribuye muchas veces a un desmesurado aumento de espesor (D. Sanchez, F. Villaorduña, 1992).

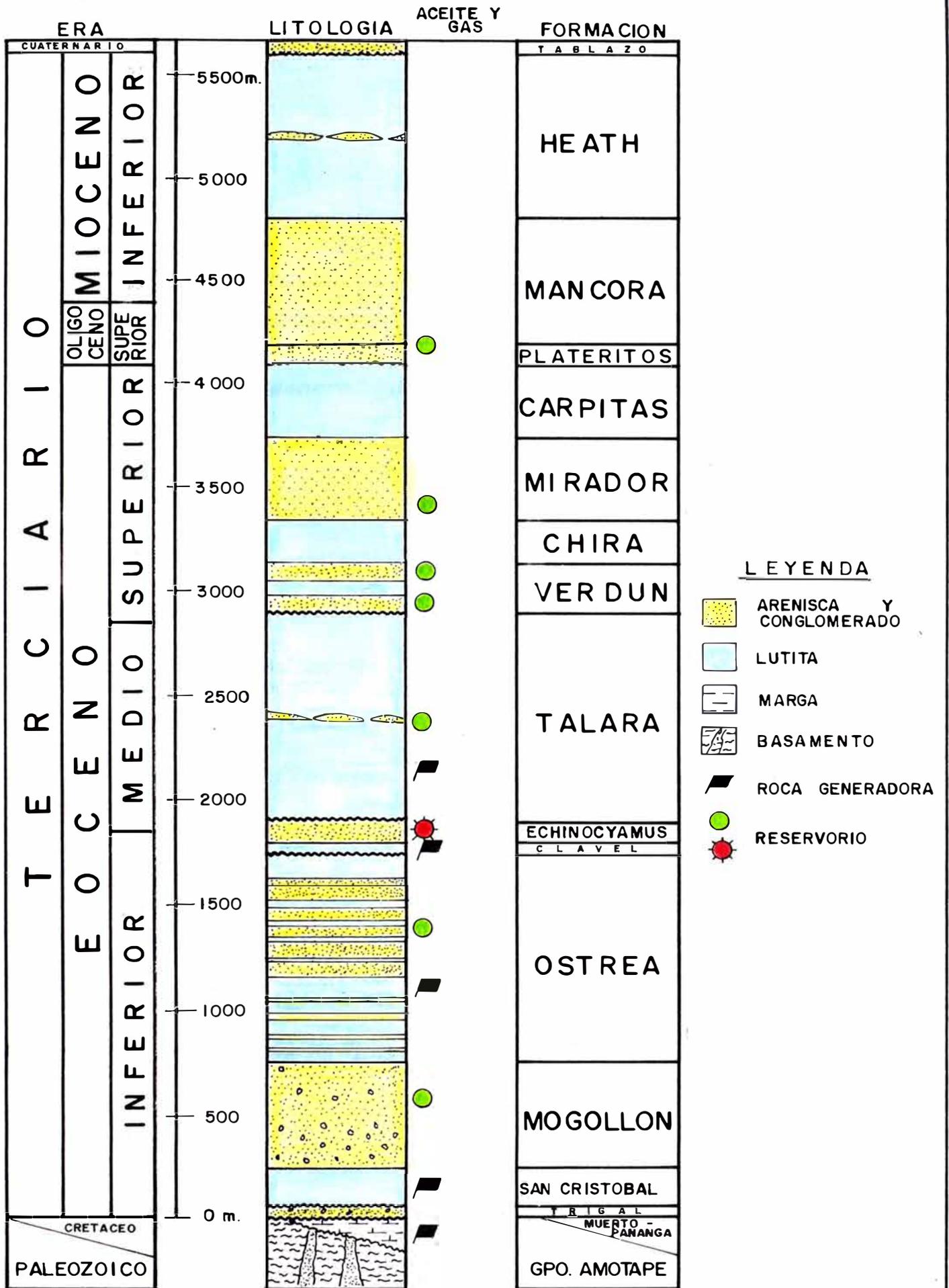
Una fase tectónica de naturaleza muy compleja marca el fin del primer ciclo sedimentario (Ciclo Salina) y el comienzo del segundo que se inicia con la deposición de una secuencia constituida predominantemente por lutitas de facies de prodelta conocida como Formación Clavel. El pozo exploratorio GMP-X-1 ha cortado aproximadamente 120 pies de esta unidad. Concordante a ésta se depositan sedimentos de facies fluvio deltaica a turbidítica conocida como Formación Echinocyamus, caracterizada por presentar una sub - unidad basal areno - conglomerádica de facies fluvial conocida como Miembro Cabo Blanco.

Un período de fuerte erosión es seguida por una subsidencia general en la que el área llega a ocupar

posiciones de aguas profundas (batiales) depositándose sedimentos arcillosos y turbidíticos. La unidad definida bajo estas condiciones es conocida como Formación Talara, la misma que entraña gran importancia por presentar facies de roca generadora (Fig.3).

Una nueva fase tectónica de características muy particulares pone fin al ciclo sedimentario Talara. Debido a la creación de un campo de fuerzas de naturaleza distensiva se produce un mecanismo que define un estilo estructural de intenso fallamiento normal, configurando estructuras Horsticas y grabénicas y de repeticiones formacionales, afectando esta última con particular intensidad a las Formaciones Ostrea, Clavel, Echinocyamus y Talara (D. Sanchez, F. Villaorduña, 1992).

Sobre una superficie de erosión se inicia la deposición de sedimentos correspondientes al último ciclo sedimentario Eocénico, en cuyo contexto se definen cuatro unidades litoestratigráficas conocidas



GRAÑA Y MONTERO PETROLERA S.A.
 NOROESTE PERUANO / AREA CARPITAS
COLUMNA ESTRATIGRAFICA
 AUTOR : FREDY VILLAORDUNA A.

Fig. 3

como Formación Verdún, Formación Chira, Formación Mirador y Formación Carpitás (Fig.3).

Una emersión general del área condicionaría la no deposición y/o erosión de sedimentos en el Oligoceno Temprano. Pero en el Oligoceno Terminal el mar transgrede y deposita una secuencia arenosa conglomerádica (Formación Máncora, del Oligoceno Superior). Al ritmo de la subsidencia el área llega a ocupar en el Mioceno posiciones de aguas profundas (batiales), definiendo una secuencia de sedimentos arcillosos y turbidíticos denominada Formación Heath.

Finalmente, en el área ocurre una emersión general la misma que condiciona la no deposición y/o erosión de sedimentos en el periodo comprendido entre el Mioceno Superior y el Plioceno. En el Pleistoceno (Cuaternario) ocurren pequeñas oscilaciones probablemente de origen eustático que condicionan la deposición de sedimentos constituidos predominantemente por arenas de playa los que son conocidos como Formación Tablazo. En el campo se le

distingue por su incipiente grado de diagénesis, por la presencia de restos de Pelecípodos de apariencia contemporánea y por reposar en forma discordante sobre Formaciones Oligo-Miocénicas (W. Bush, 1992).

5.2. PRINCIPALES RASGOS ESTRUCTURALES DEL AREA

El área de Carpitás, de modo análogo a otras zonas de la Cuenca Talara, presenta un estilo estructural predominante de fallamiento en bloques, aunque debe señalarse que para horizontes tales como Formación Ostrea, Formación Clavel, Formación Echinocyamus y Formación Talara, existe cierto arreglo estructural que puede deberse a mecanismos de fallamiento de bajo ángulo responsable de la ocurrencia de repeticiones formacionales (A. Pardo, comunicación oral). De cualquier forma, la tectónica que ha configurado el actual "edificio" estructural del área de estudio ha sido principalmente de naturaleza distensiva.

Los rasgos estructurales pueden ser clasificados en dos categorías. Estos son: los de primer orden y los de segundo orden.

a) Rasgos estructurales de PRIMER ORDEN.

Debe entenderse como tales a aquellos que por su extensión, significación estructural y por su importancia a lo largo de la historia geológica del

área definen ciertas características de control a nivel regional.

FALLA CARPITAS

Es el accidente estructural más relevante del área. Aflora siguiendo un rumbo SW - NE; es una falla normal cuyo buzamiento varía entre 50° y 60° hacia el SE, aunque la misma se hace más "tendida" (menor buzamiento) a medida que aumenta la profundidad (Fig. 4). Esta falla pone en contacto tanto a la Formación Carpitas (Eoceno Superior), como a la Formación Máncora (Oligoceno Superior) con la Formación Heath (Mioceno Inferior). Su salto vertical debe ser variable puesto que pone en contacto a formaciones de diferentes edades. A partir de la información sísmica de la línea GMP-1 (datos de velocidades de intervalo y tiempo), se ha estimado un salto de 1200 m. Observaciones de campo recientes atestiguan el carácter activo de esta falla. En las inmediaciones del yacimiento Carpitas Este, en la Carretera Panamericana se ha formado un desnivel concordante con

la traza de la falla, que, conforme pasa el tiempo, se va acentuando el contraste. La morfoestructura observable en las fotos aéreas, a lo largo de la traza de esta falla en superficie, indica también su carácter activo; es notable la presencia de escarpas vivas y lineamientos muy claros(Foto 1)

FALLA EL ALGARROBO

Hasta la fecha no ha sido posible precisar su traza en superficie. Su existencia ha sido revelada por la línea sísmica GMP-1. Su buzamiento es de alrededor de 70° hacia el SE; se trata de una falla normal con un rumbo general SW-NE. Su salto vertical, calculado a partir de datos sísmicos de la línea GMP-1, es de aproximadamente 1000 m. Es bastante probable que tenga una edad pre - Máncora, esto es, Fini - Eocénica Oligocénica ya que al parecer no estaría afectando a la Formación Máncora(Fig. 4).

GMP-92-01

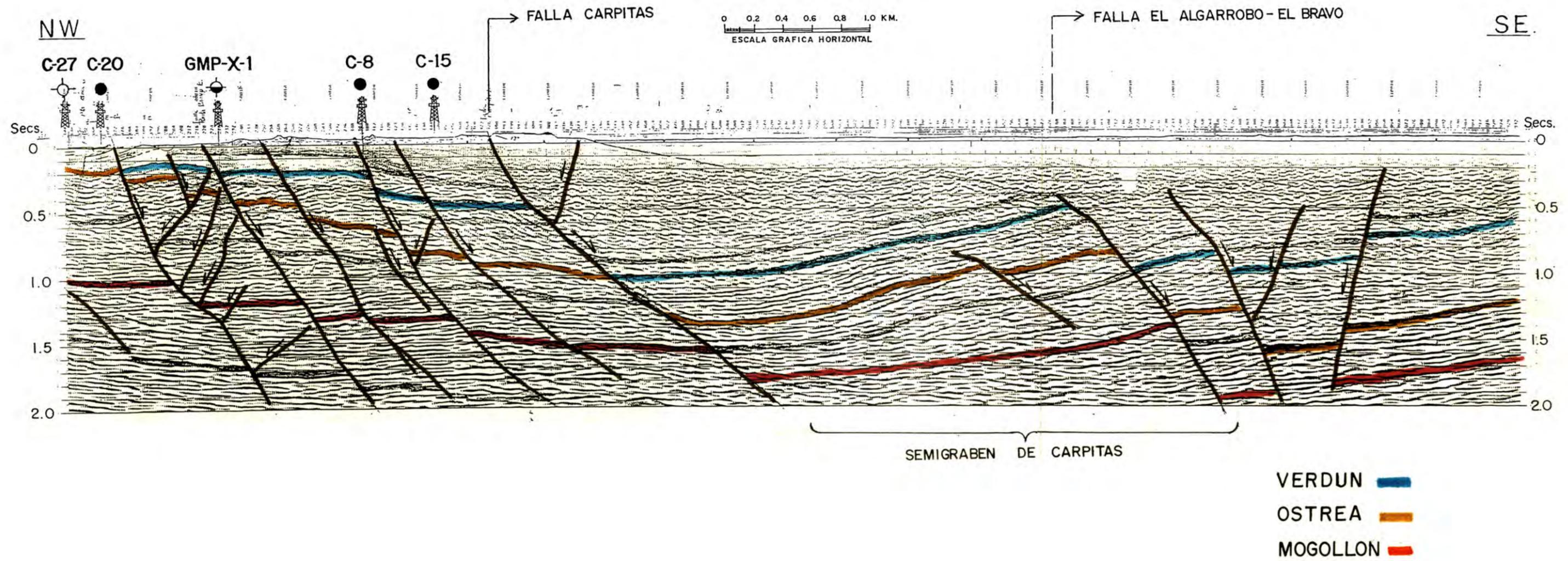


Fig. 4



FALLA CARPITAS

FOTO 1



Mb. Inferior

Fm. Verdun

FOTO 5

SEMIGRABEN DE CARPITAS

Es una estructura que se extiende siguiendo un rumbo SW NE. Su límite oeste lo constituye la Falla Carpitas y por el este está limitado por la Falla Algarrobo. Tiene un ancho que varía entre 3 y 5 Km y su largo en la parte continental (tiene su continuación en el mar) es de aproximadamente 20 Km. En el contexto de esta gran estructura se espera estén yaciendo, sobre un basamento Paleozoico, unidades litoestratigráficas del Eoceno Inferior, Medio y parte del Superior y del Oligoceno Superior Mioceno Inferior. El buzamiento general de las capas, que coincide en este caso con el buzamiento estructural, es de alrededor de 15° hacia el NW pudiendo ser, incluso, algo mayor(Fig. 4).

FALLA MANCORA

Falla de tipo normal con rumbo general SW - NE y con ángulo de buzamiento alto hacia el NW. Se ha estimado un salto vertical de alrededor de 150 m. Como ocurre con todas las fallas principales, se halla cortada por varias fallas transversales(Fig.5).

FALLA CATALINAS

Falla de tipo normal, con rumbo SW - NE y buzamiento hacia el NW, se estima un salto vertical de alrededor de 300 m(Fig.5).

FALLA ALGODONAL

Falla de tipo normal con rumbo SW - NE, aflora en el extremo sureste del área de estudio; buza hacia el SE. Se estima un salto de alrededor de 300 m(Fig.5).

ALTO CATALINAS

Rasgo estructural dispuesto a manera de "horst" a lo largo de aproximadamente 60 Km; se ubica en el extremo sureste del área, siguiendo un rumbo general SW - NE. Su límite noroeste lo constituye la Falla Catalinas y su límite sureste, la Falla Algodonal. Su núcleo lo constituyen areniscas y lutitas de la Formación Ostrea, del Eoceno inferior(Fig.5).

b) Rasgos estructurales de SEGUNDO ORDEN.

Se entiende por tales a aquellos cuya ocurrencia,

disposición y desarrollo están controlados y/o condicionados por los rasgos estructurales de primer orden.

A esta categoría están asociadas las fallas de saltos verticales variables pero menores a las de los de primer orden; éstas se pueden clasificar, según su dirección, en dos sistemas principales de fallas.

El primer sistema sigue un rumbo más o menos paralelo al de las estructuras de primer orden (SW - NE), siendo que la gran mayoría de las mismas buzcan hacia el SE (Figs.4 y 5).

Existen también de las que buzcan hacia el NW pero éstas generalmente tienen pequeños saltos y son predominantemente de carácter compensatorio (fallas antitéticas). (Fig.4)

El segundo sistema está constituido por fallas transversales a las primeras; sus rumbos por lo general son SE - NW (Fig.5).

Los dos sistemas de fallamiento mencionados definen estructuras en forma de bloques unos levantados y otros hundidos; generalmente los primeros son considerados estructuralmente prospectos exploratorios. Los yacimientos Punta Bravo, Carpitas Oeste y Carpitas Este, han sido desarrollados sobre estructuras hórtsicas y semi-hortsticas definidas por fallas relacionadas a los dos sistemas de fallamiento señalados (Figs.15,19 y 21).

6.0. CONSIDERACIONES ESTRATIGRAFICAS DE LA FORMACION

VERDUN

6.1. DESARROLLO AREAL

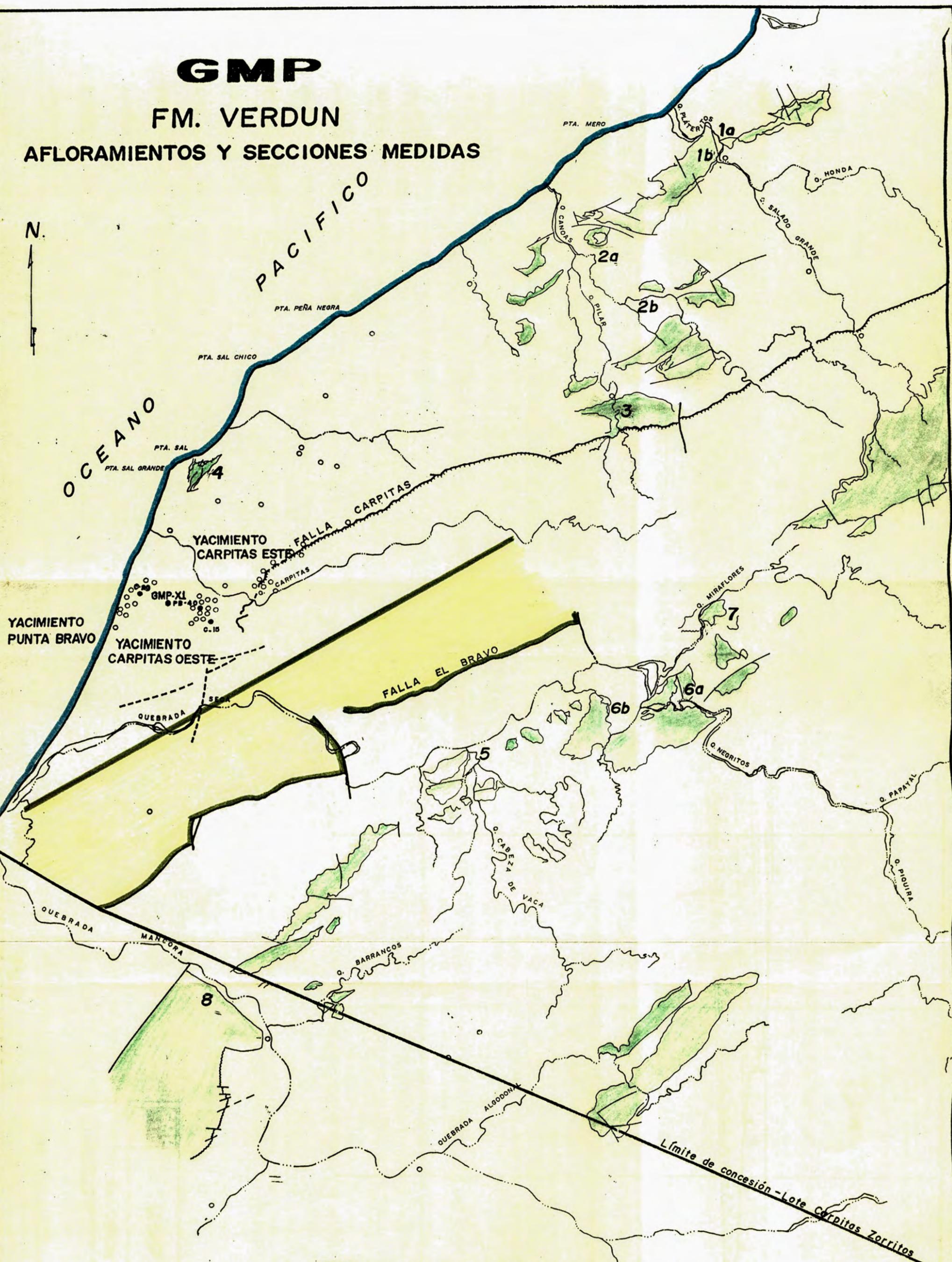
La Formación Vedún está ampliamente distribuida en el área de estudio; parte de ésta se encuentra aflorando en las inmediaciones de las estructuras geológicas más relevantes, estando controladas por las mismas. Los afloramientos se disponen a manera de dos frentes que siguen el rumbo de los accidentes geológicos de primer orden. El primer frente se distribuye al oeste de la Falla Carpitas, al Noreste del Campo Petrolífero del mismo nombre. El segundo frente lo conforman afloramientos ubicados al este del semigraben de Carpitas (Fig.6).

En el subsuelo se le ha encontrado en la gran mayoría de pozos perforados (exploratorios y de desarrollo) en el Campo Petrolífero de Carpitas y es de esperar que se le pueda cortar mediante pozos en el contexto del semigraben de Carpitas en donde la Formación Verdún estaría subyaciendo a formaciones Tardi - Eocénicas

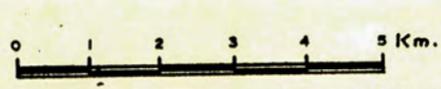
GMP

FM. VERDUN

AFJORAMIENTOS Y SECCIONES MEDIDAS



ESCALA



- AFJORAMIENTO VERDUN
- ZONA PROSPECTIVA POR VERDUN

Fig. 6

por: Fredy Villaorduña Artola - Nov. 93

(Chira, Mirador y Carpitás) y/u Oligo - Miocénicas (Máncora y Heath). (Fig. 4).

6.2. POSICION ESTRATIGRAFICA DE LA FORMACION VERDUN DENTRO DE LAS MEGASECUENCIAS DEL EOCENO

La depositación de las megasecuencias del Eoceno, marcadas por una alternancia de ciclos sedimentarios (transgresiones y regresiones), están conformadas por varias unidades litoestratigráficas cuyos límites verticales o contactos son en unos casos gradacionales y otros discordantes, sean estos erosivos y/o angulares.

La Formación Verdún descansa sobre lutitas de la Formación Talara (Eoceno Medio) con un contacto discordante, siendo éste de carácter erosivo y angular de bajo ángulo.

Su contacto superior es transicional, esto es, las areniscas superiores de la Formación Verdún pasan gradualmente a lutitas de la Formación Chira. Es evidente que la Formación Verdún corresponde a la primera unidad litoestratigráfica del ciclo sedimentario del Eoceno tardío (Eoceno Superior),

conformada por cuatro unidades: Formación Verdún, Formación Chira, Formación Mirador y Formación Carpitas (Fig. 3).

6.3. SUB - UNIDADES O UNIDADES DE SEGUNDO ORDEN DE LA FORMACION VERDUN

La Formación Verdún puede ser subdividida en tres unidades (miembros) gracias a información de subsuelo (registros eléctricos y litológicos) y de afloramientos, siendo en éstos últimos mas claramente definibles. Si bien es cierto que la Formación Verdún muestra cierto cambio de facies tanto lateral como vertical, siempre es posible identificar a las unidades señaladas (Figs. 7 y 10).

MIEMBRO INFERIOR (BASAL)

Descansa directamente sobre lutitas de la Formación Talara con discordancia erosiva y angular de bajo ángulo. Se trata de una secuencia conglomerádica, y de areniscas conglomerádicas, estando constituida de bloques, rodados y gránulos de naturaleza diversa (cuarcitas, cuarzo, areniscas, argilitas y remanentes

REGISTRO TIPICO DE LA FORMACION VERDUN EN EL CAMPO CARPITAS

POZO PB-54 CARPITAS ESTE

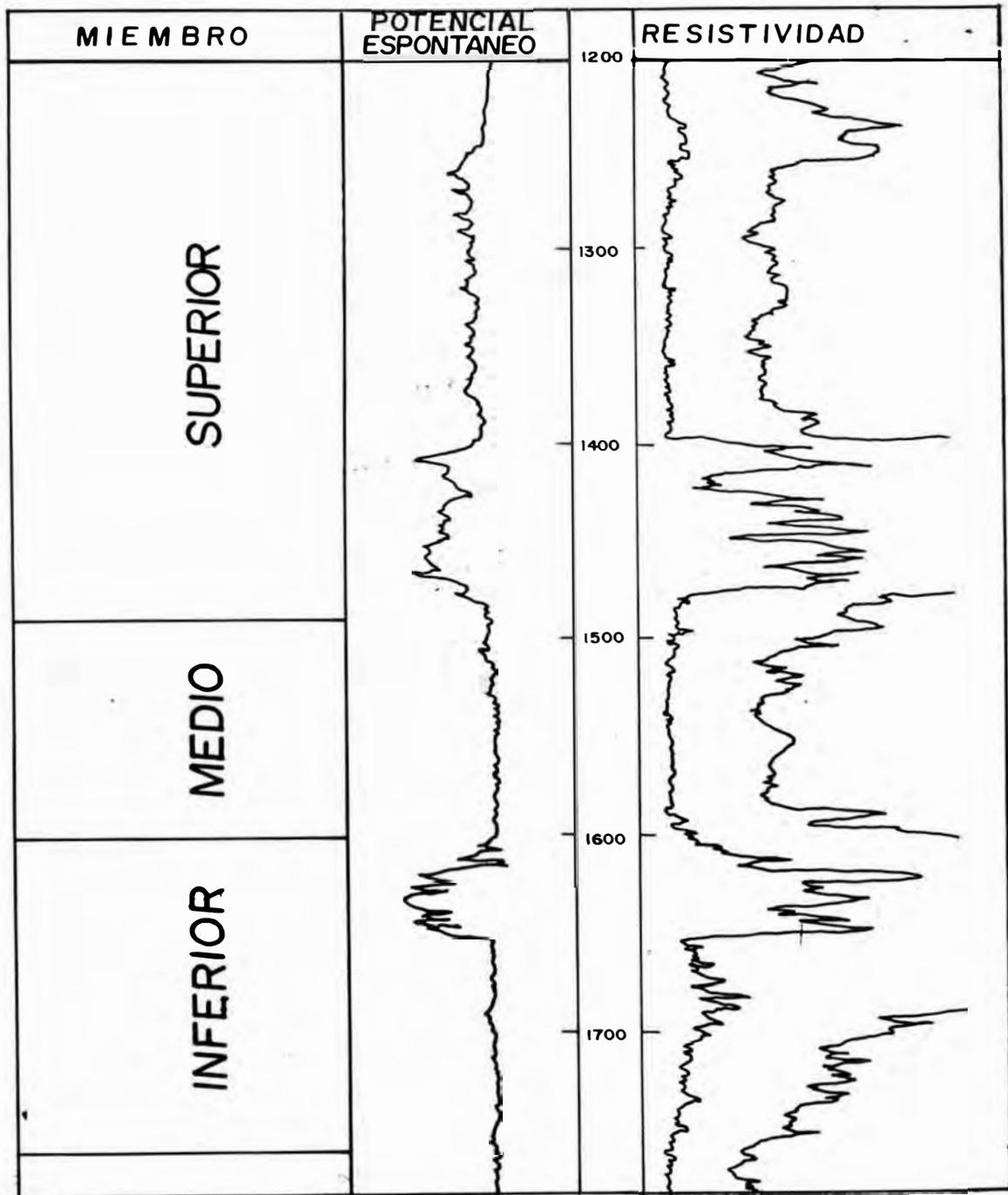


Fig. 7

de rocas volcánicas), es decir, son polimícticas. El máximo espesor medido es de +70 m (sección medida en la Qda. Negritos, tributaria, margen izquierda de la Qda. Seca). En este lugar no aflora su base(contacto con la Fm. Talara). (Fig.11). Esta misma unidad ha sido medida en otras localidades (Qda.Plateritos, Qda. Pilar, Punta Sal Grande y Barrancos) reportándose espesores que oscilan entre 30 y 60 m. Todo indica que su distribución es amplia aunque sus características petrográficas varían significativamente, tan es así que en algunas localidades (afloramientos en la Qda. Canoas) deja de ser conglomerádica, y se compone de areniscas de grano grueso, medio a fino.(Fig.9).

MIEMBRO MEDIO

Está constituido principalmente por lutitas y limolitas grises con delgadas intercalaciones de areniscas de grano fino. Es difícil estimar su espesor total en los afloramientos, debido a que generalmente se le encuentra en forma parcial; frecuentemente se hallan cubiertos. Sólomente en dos localidades se le ha podido medir, una en la Quebrada Pilar y otra en

Punta Sal: en la primera, la unidad la constituye una secuencia alternante de lutitas grises y delgados estratos de areniscas de grano fino y limolitas; el espesor total medido es de 90 m (es probable que la sección esté fallada). En la segunda localidad, esta misma unidad está constituida predominantemente por lutitas grises; aquí también se ha estimado un espesor de 90 m. Otros afloramientos (en las Qdas. Plateritos, Barranco y Miraflores) de esta misma unidad, aunque en secciones parciales, muestran características similares a las descritas. En general, la unidad media de la Formación Verdún puede ser caracterizada por su posición estratigráfica y por sus características petrográficas, aunque de modo similar a lo que ocurre con la unidad basal, se registra cambio de facies importante, ya que se le puede encontrar en algunos casos como una secuencia intercalada de lutitas, limolitas y areniscas y en otros casos como un "todo" de lutitas (Foto 2).

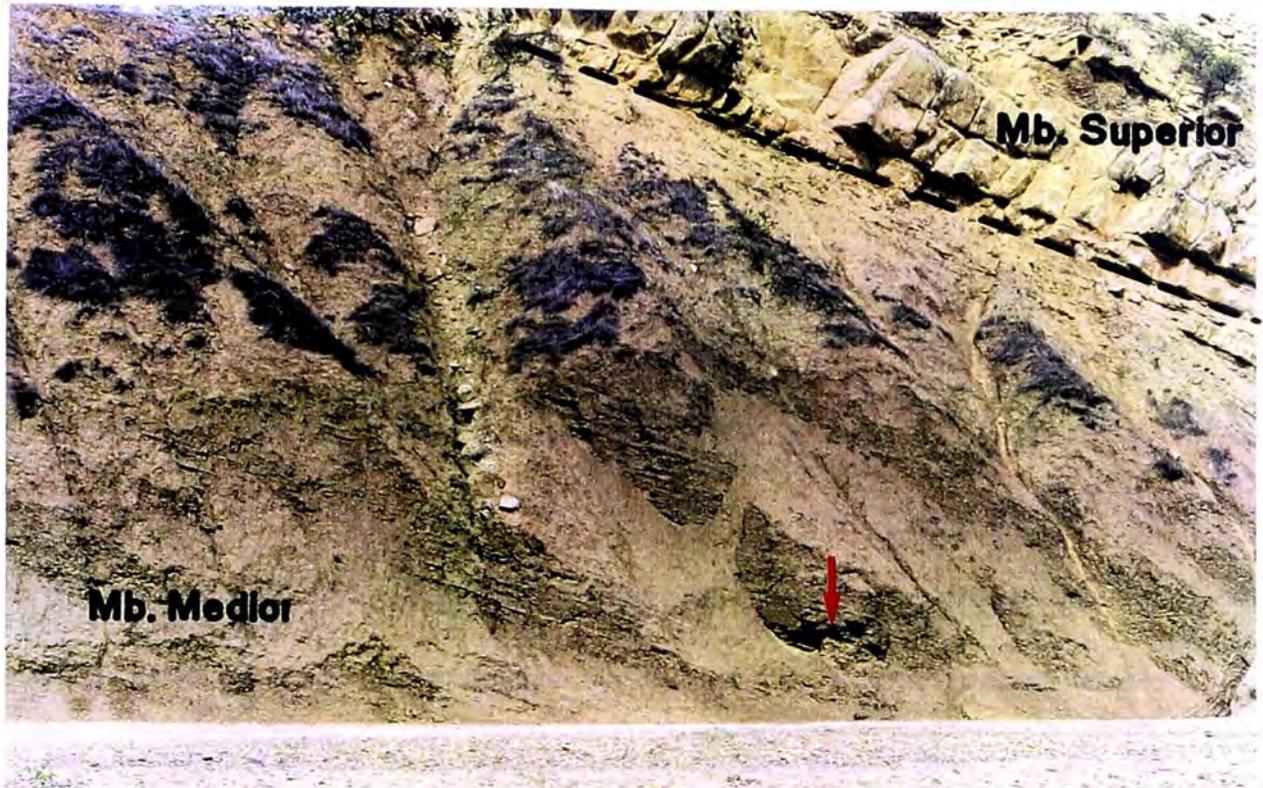


FOTO 2



FOTO 3

MIEMBRO SUPERIOR

Está constituido predominantemente por areniscas de grano grueso y medio con algunas intercalaciones de lutitas y limolitas grises. Su contacto con la Formación Chira es transicional. La sección de mayor espesor ha sido medida en la Quebrada Miraflores donde se ha medido 75 m (Foto 3). En la Quebrada Pilar se ha medido una sección completa correspondiente a esta misma unidad en la que está constituida por areniscas de grano grueso, medio y fino con intercalaciones de delgados niveles de lutitas grises; su espesor es de aproximadamente 15 m. (Fig.10). Otra sección ha sido medida en la Quebrada Plateritos, en donde está constituida predominantemente por areniscas de grano grueso, muy grueso, a conglomerádicas; el espesor medido es de 50 m (Foto 4). En la localidad de Punta Sal se ha medido una sección de 10 m. (incompleta) constituida por areniscas de grano fino a medio intercaladas con lutitas grises. Es notoria la variación presentada por esta unidad; ésto se registra tanto en espesor como petrográficamente.



Superior Fm. Verdun

FOTO 4

7.0. ANALISIS SEDIMENTOLOGICO DE LA FORMACION VERDUN

Con el propósito de conocer el comportamiento sedimentario de la Formación Verdún y limitar - de ser posible - las áreas prospectables en función de "Calidad de Reservorio", se ejecutó un programa de estudio de campo consistente en la medición de secciones estratigráficas de detalle en diversas localidades, el mismo que ha permitido obtener una información valiosa en lo referente a las características petrográficas y geométricas y a la definición de los ambientes y tendencias sedimentarias de la Fm. Verdún. Gracias a estos resultados es posible ensayar algunas predicciones geológicas respecto a las características de la formación en áreas restringidas, teniendo siempre presente que las mismas, inevitablemente entrañan cierto grado de incertidumbre. Una correcta conjunción de los aspectos estratigráficos y estructurales reducirá significativamente las imprecisiones en la exploración. Sería inútil delimitar "Bloques" estructuralmente favorables si en el contexto de las

mismas las características sedimentarias y por ende del reservorio de la unidad objetivo son desfavorables.

7.1 DESCRIPCION E INTERPRETACION DE SECCIONES ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS EN EL CAMPO

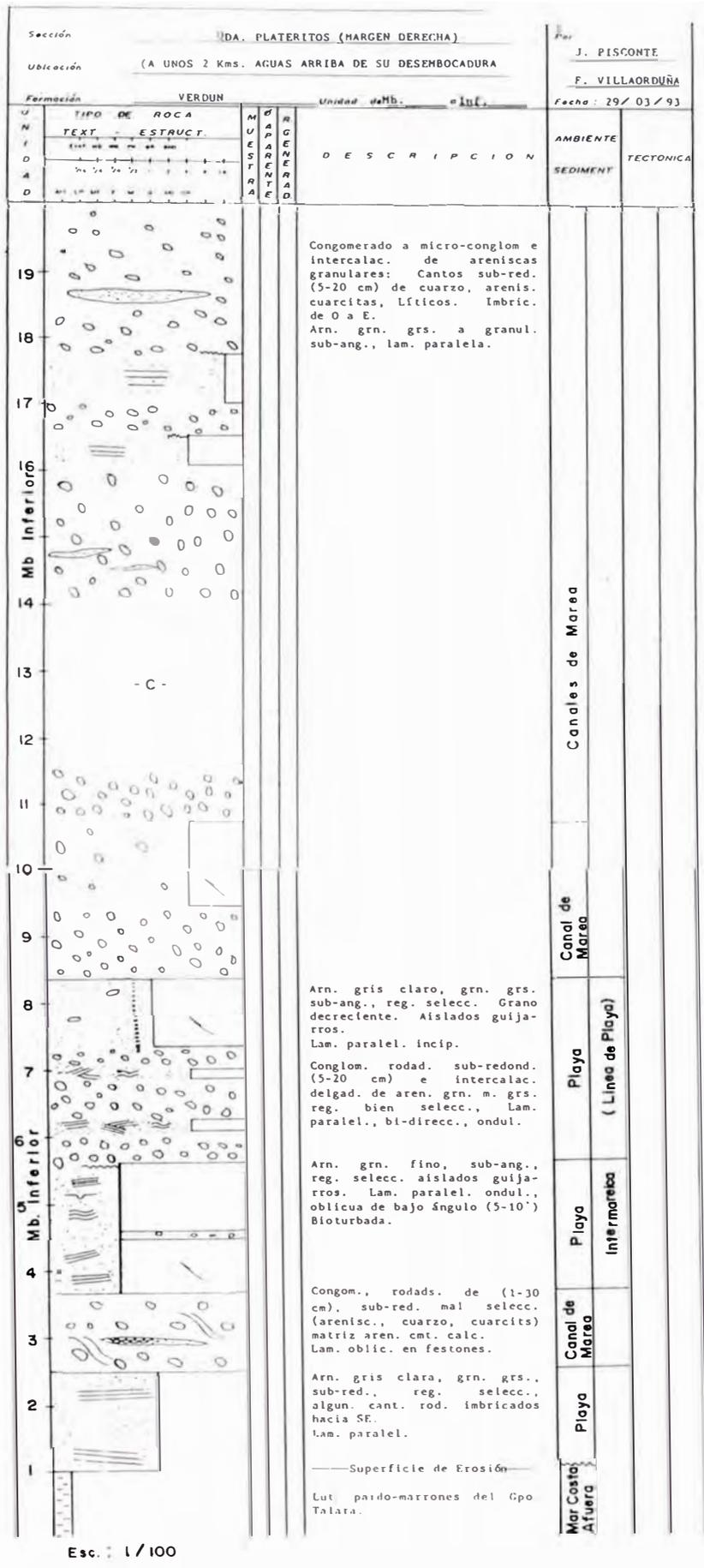
QUEBRADA PLATERITOS (MARGEN DERECHA)

Aflora parcialmente el miembro inferior de la Formación Verdún, la misma que descansa en discordancia sobre lutitas de la Formación Talara.

La sección consiste en intercalaciones de conglomerados y areniscas de ambientes de playa y frente superior de Playa "Cortadas" por canales de marea. El total de espesor medido es de +49 m (Láminas Ia).

QUEBRADA PLATERITOS (MARGEN IZQUIERDA)

Aflora una sección incompleta del miembro inferior de la Formación Verdún, el mismo que alcanza un espesor de +9 m. Se encuentra sobreyaciendo a las lutitas de



Esc. : 1/100

Sección		QDA, PLATERITOS (MARGEN DERECHA)		Piso		
Ubicación		(A UNOS 2 Kms. AGUAS ARRIBA DE SU DESEHBOCABURA)		J. PISCOFFE		
Formación		VERDUN		Fecha 29/03/93		
UNIDAD	TIPO DE ROCA	MARGEN ARRIBA	RGENERA	DESCRIPCION	AMBIENTE	TECTONICA
	TEXT. ESTRUCT.					
39						
38				Arn. granul. a micro-conglom. cantos sub-redond. cmt. calc. Regul. selecc. Lam. paralel., bi-direcc.		Bz. 30° N
37				Intercal. lentiformes de conglom. cantos (de 5-40 cm. y algun. bloques hasta de 2 mts.) cuarcitas. arenisc. matriz arenosa granular., cmt. calcáreo.		
36						
Mb inferior						
34				Imbric. de cantos de N a S.		
33						
32						
31						
30						
29				Arn. gris amarill., claras, granular, sub-red., reg. selecc. cmt. calcáreo. Laminac. paralel. sub-horiz.		
28				Arn. grn. granul. con algun. niveles de gravas redond. de arenisc. y cuarcitas. Compact.		
27						
Mb inferior						
24				Lentes de conglomerd. rodads. (5-15 cm) de cuarcitas., arenisc., matriz arn. gran. cmt. calcáreo.		
23				Arn. gris amarill., granul. sub-ang., sub-red., mal selecc. grn. cuarzo, lífics. cmt. calc.		
22				Lam. paralel. y oblicua de bajo ángulo.		
21						
20				Conglom. de cantos sub-redond. (arenisc., cuarcita) en matriz arn. granul. cmt. calcáreo		

Playa, Transición a Frente de Playa Sup.

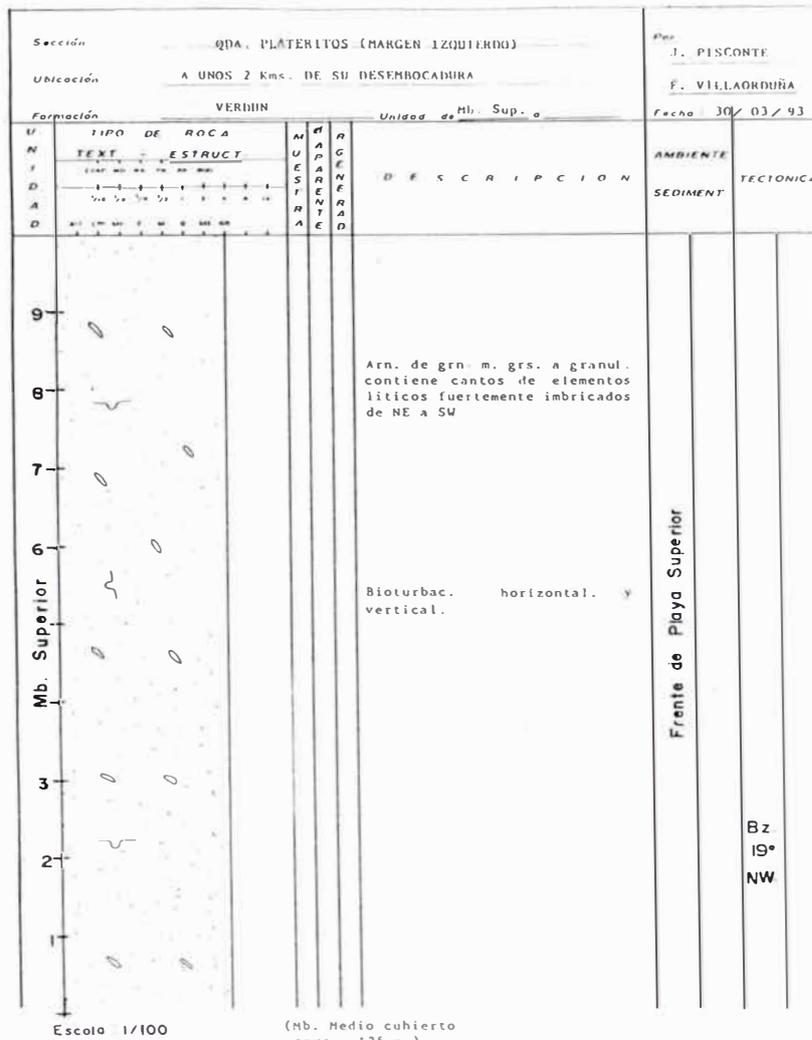
Frente de Playa Superior

Sección		QDA. PLATERITOS (MARGEN DERECHA)		Por:		
Ubicación		(A UNOS 2 Kms. DE SU DESEMBOCADURA)		J. PISCOYTE F. VILLAORDUÑA		
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Inf.º		
Fecha:		29/03/93				
U N I D A D	TIPO DE ROCA TEXT - ESTRUCT.	M A R G E N D E R E C H A	R E G I S T R A D O	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E S E D I M E N T.	T E C T O N I C A
49	- C - [Diagrama de estratos horizontales]			Arn. de grn. grs. a granul. sub-redond., bien clasific. cmt. calcáreo.	Frente de Playa Sup.	
48	[Diagrama de estratos horizontales]			Algunos estratos delgados de conglom. de cantos rodads. de cuarzo, argill. y arenisc.		
47	[Diagrama de estratos horizontales]			Lam. paralel. sub-horiz.		
46	[Diagrama de estratos horizontales]					
44	[Diagrama de conglom. con cantos]			Conglom. de cantos (de 3 a 20 cm) de cuarcits., argill., cuarzo. Contiene algunos bloques grandes (hasta de 2 mts.). Cmt. calcáreo. Imbric. de cantos.	Canal de Marea	
43	[Diagrama de estratos horizontales]			Arn. gr. grs. a granul. sub-ang., mal selecc. Lam. paralel. sub-horiz.		
42	[Diagrama de estratos horizontales]					
41	[Diagrama de conglom. con cantos]			Conglom., cantos de arenisc. y cuarzo en matriz de arenisc. granul. sub-redond. Cmt. calcáreo.	Frente Sup. de Pl.	
40	[Diagrama de conglom. con cantos]					

la Formación Talara en discordancia erosional y angular de bajo ángulo. Está constituido por bancos gruesos y masivos de conglomerados de cantos grandes (40 - 60 cm de diámetro), subredondeados, de litología variada (polimícticos); la matriz es de arenisca granular. subangulosa, mal seleccionada. con restos de conchas y estructuras de bioturbación. Así mismo presenta lentes de areniscas con estructuras "flaser", características de ambientes de playa intermaréica.

El miembro medio se encuentra totalmente cubierto, motivo por el cual no ha sido posible estudiarlo.

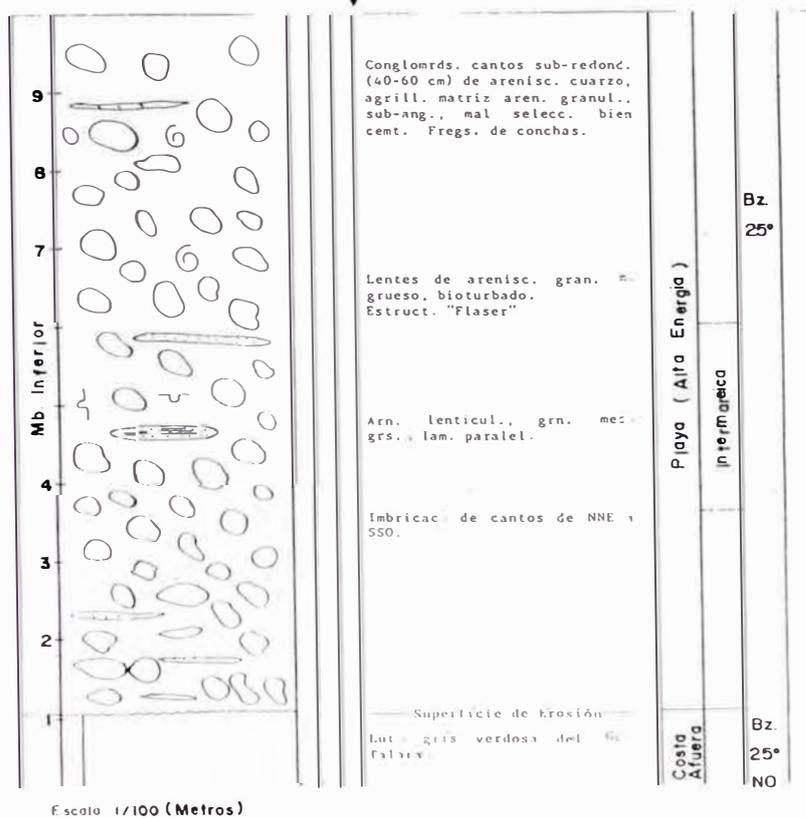
En la parte superior (miembro superior) afloran intercalaciones gruesas de areniscas gris amarillentas, de grano grueso, granular y algo conglomerádicas (rodados de 15 a 20 cm de diámetro), bioturbadas, con laminaciones carbonosas y micáceas de frente superior de playa y conglomerados de cantos grandes (40 cm), subangulosos; la matriz es arenosa granular y tiene cemento calcáreo. Sobre éstas descansa una secuencia de areniscas gris verdosas de



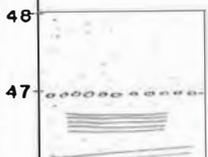
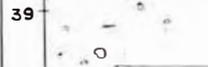
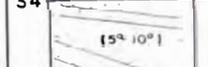
↕

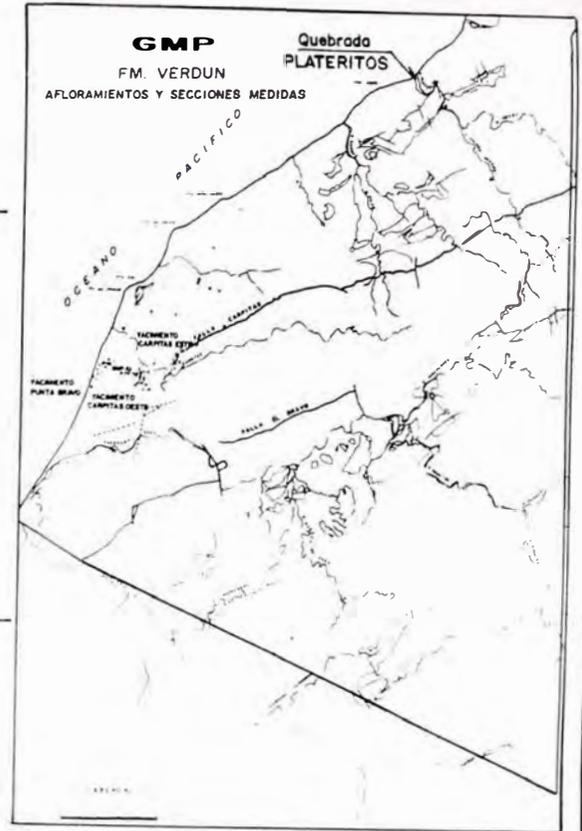
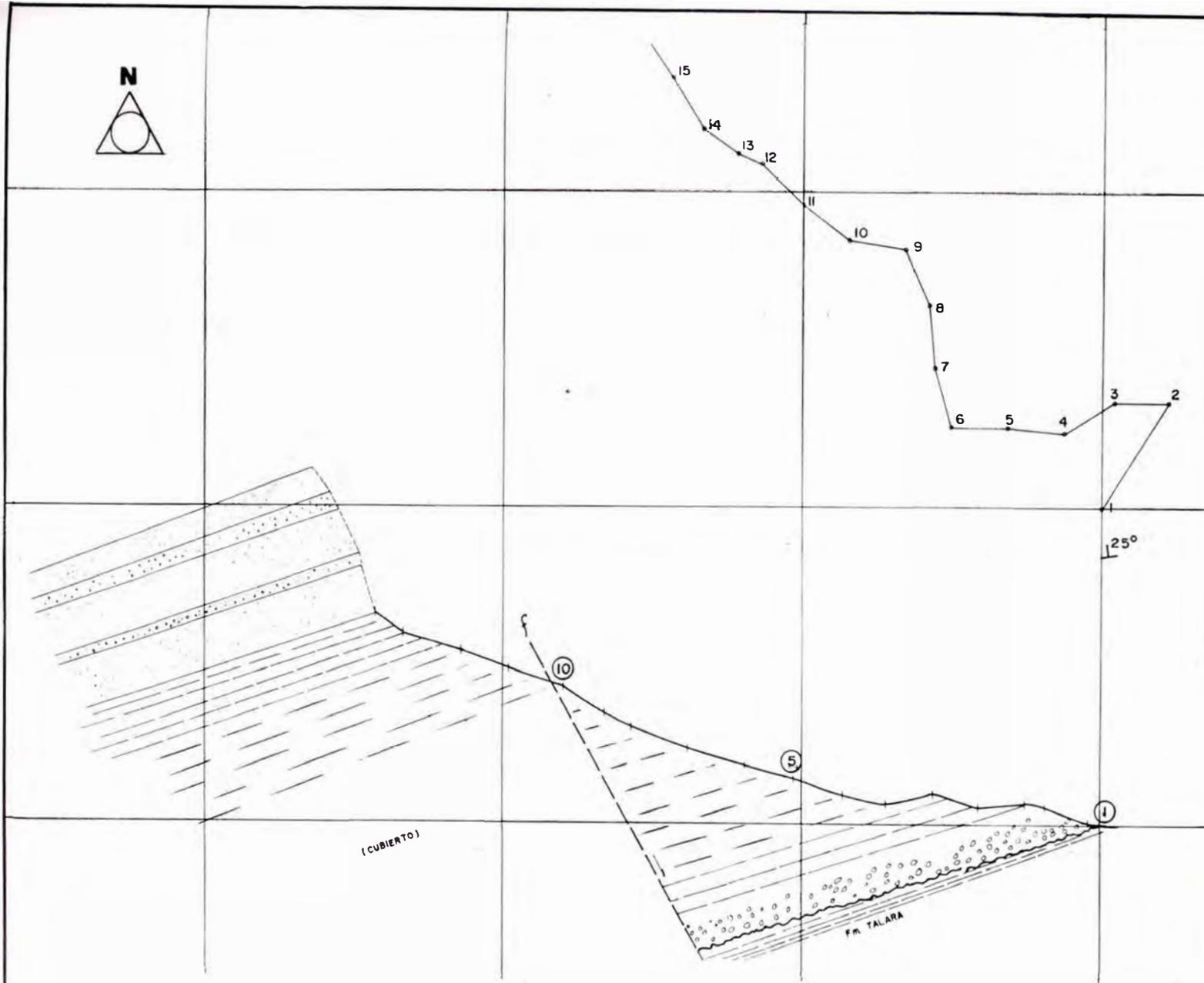
Miembro Medio cubierto y fallado

↕



Sección		QDA. PLATERITOS (MARGEN IZQUIERDA)		Por		J. PISCOITE	
Ubicación		(A UNOS 2 Kms. DE SU DESEMBOCADURA)		F. VILLAORDUNA			
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Sup. a		Fecha 30/03/93	
U N I D A D	TIPO DE ROCA TEXT. ESTRUCT.	M A G A R E N E S T R A D	A G E N C I A R E A	DESCRIPCION	AMBIENTE SEDIMENT.	TECTONICA	
29				Arn. gris verdosa, grn. grs. a muy grs. sub-redond., regular selecc. carbonosa.	Playa		
28							
27				Niveles delgados (10 cm) lutitas grises, micro-miáceas con restos de plantas. Lam. paralela y estratíf. cruzada (corrientes hacia el SO.). Ligeramente friable.			
26							
24							
23			15 96				
22							
21							
19				Conglom., cantos ang. a sub-ang., (de 5 a 40 cm), de cuarcitas, aren., cuarzo, argill., en matriz arns. granular. Cmt. calcáreo.	Canal de Marea		
18							
17							
14				Arn. gris amarill. beige grn. grs. a granul., grn sub-ang. a sub-redond., de mala a reg. selecc. present. cantos de 15-20 cm. de diam. Variac. Vertical en el tamaño de los granos. Cmt. calcáreo.			
13				Bancos Masivos.			
12							
11							

Sección		QDA. PLATERITOS (MARGEN IZQUIERDO)			Por			
Ubicación		(A UNOS 2 Kms. DE SU DESEMBOCADURA)			J. PISCOYTE			
Formación		VERDUN			F. VILLALORDUÑA			
		Unidad de Mb. Sup. a			Fecha 30/03/93			
UNIDAD	TIPO DE ROCA		#	R	D	AMBIENTE	TECTONICA	
	TEXT.	ESTRUCT.						U
DESCRIPCIÓN								
49	+ C -							
46								
47								
46								
Superior								
Mb								
44								
43								
42								
41								
39								
38								
37								
Superior								
Mb								
34								
33								
32								
31								
								
								



GMP

GMP S.A.

Fm. VERDUN

SECCION ESTRATIGRAFICA MEDIDA EN LA QDA. PLATERITOS - MARGEN IZQUIERDA

0 50mts. 100mts.

Autor: Fredy Villaorduño A.	Fecha: Lima, Octubre 1993	PLANO N°
Aprobado: Fredy Villaorduño A.	Dibujo: R. CALVO G.	

Fig. 8

grano grueso, subredondeado, de regular selección, algo friables, con laminaciones paralela y cruzada (10° a 20°), de gran escala, y algunos "niveles" de lutitas grises, micáceas y carbonosas con restos de plantas (Foto 4, Fig 8 y Láminas Ib).

QUEBRADA CANOAS(2A)

Afloramiento que corresponde al miembro inferior de la Formación Verdún, se encuentra sobreyaciendo a las lutitas de la Formación Talara; su contacto con ésta no es posible definir por estar cubierto.

La sección consiste en una alternmancia de bancos de areniscas y conglomerados de +16 m de espesor.

Las areniscas son grises y amarillentas, de grano grueso a granular, subredondeado, de regular selección; se observa cierta gradación hacia la base en capas gruesas y masivas. La porosidad aparente es del 15 al 20 %. Estas areniscas corresponden a ambientes de canales de marea y frente superior de playa (Láminas IIa).

QUEBRADA CANOAS (2B)

Aflora una sección correspondiente al miembro inferior de la Formación Verdún, la misma que se encuentra sobreyaciendo a las lutitas de la Formación Talara; su contacto con ésta no es posible definir por estar cubierto.

Esta sección presenta una secuencia de areniscas gris claras, amarillentas a verdosas, predominantemente de grano fino, medio a grueso, subanguloso, de regular selección, constituidas por cuarzo y fragmentos líticos.

Con regularidad presenta una laminación oblicua de bajo ángulo (5° a 10°) bidireccional, laminación paralela, bioturbación, y a veces laminación cruzada en festones, los mismos que corresponden a depósitos de playa y alternan con ambientes de frente superior de playa. Las porosidades aparentes varían de 10 a 15 % (Fig. 9 y Láminas IIb).

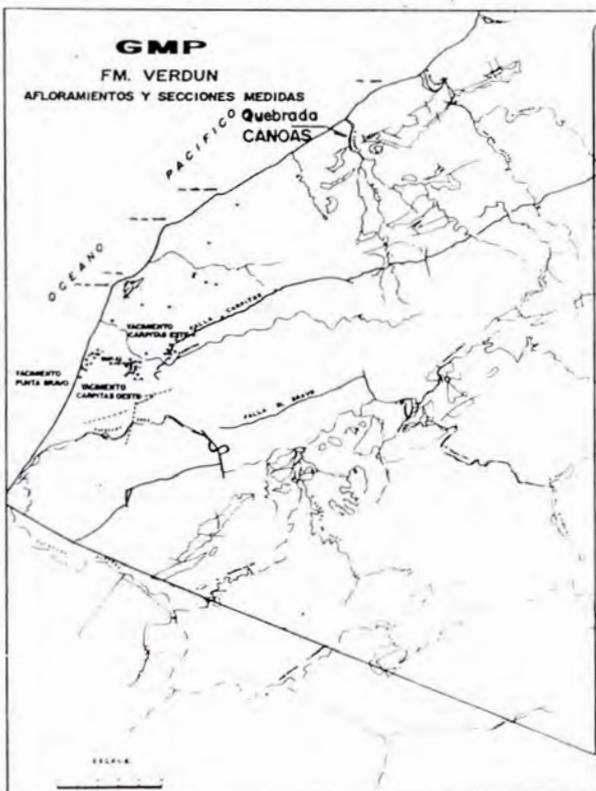
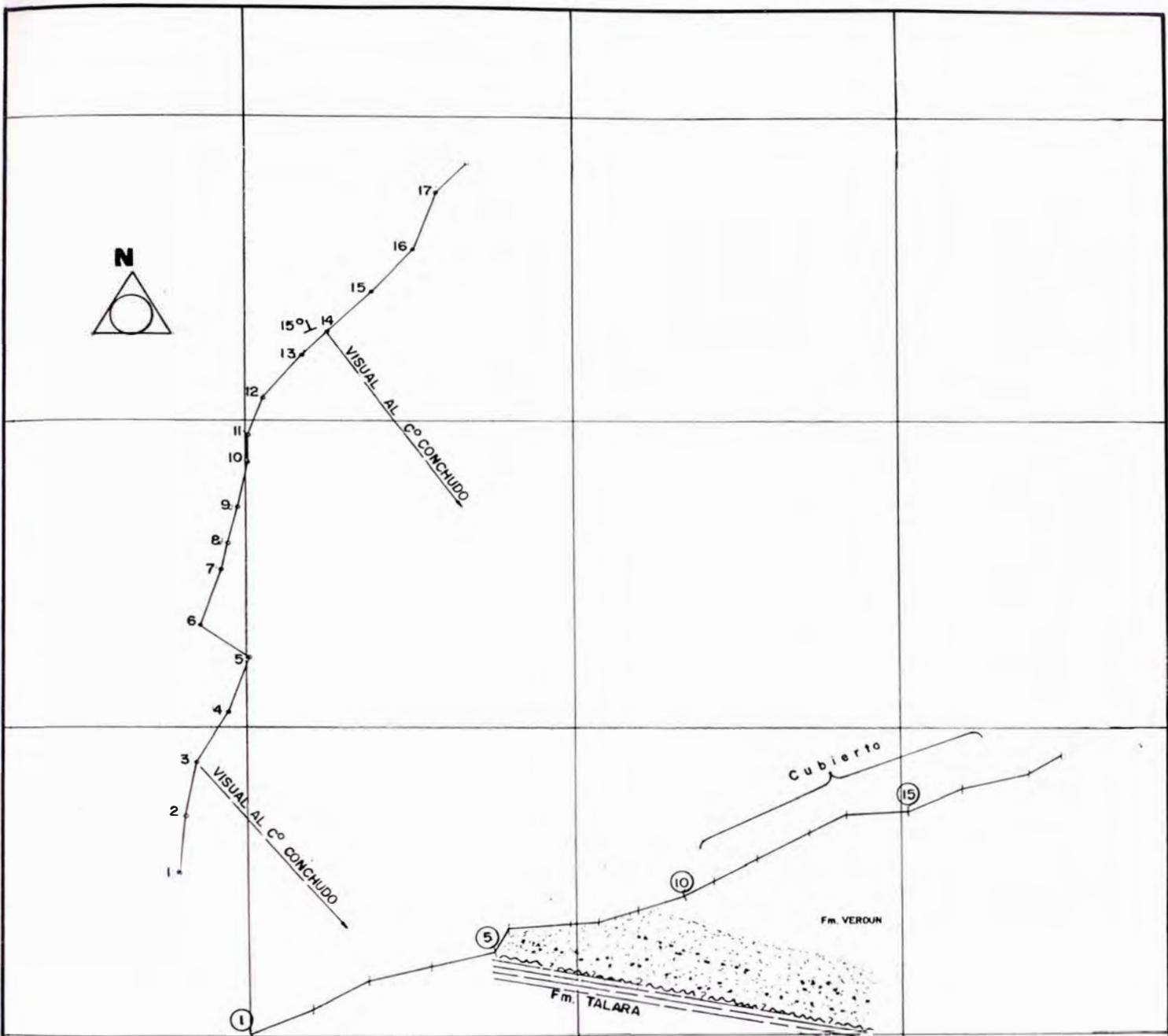


Fig. 9

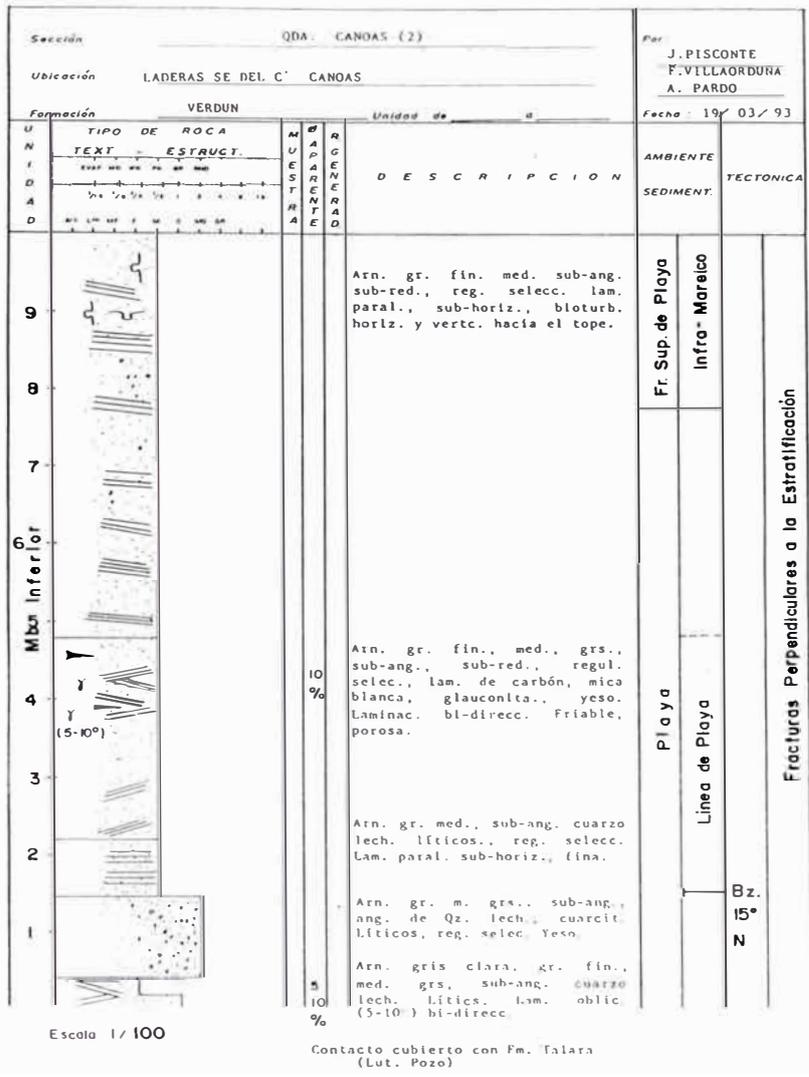
GMP		GMP S.A.	
Fm. VERDUN			
SECCION ESTRATIGRAFICA MEDIDA EN LA QDA. CANOAS (SECCION 2), MARGEN DERECHA (AL SW. DEL CERRO DEL MEDIO)			
Autor: Fredy Villaorduña A.		Fecha: Lima, Octubre 1993	PLANO N°
Aprobado: Fredy Villaorduña A.		Dibujo: R. CALVO G.	

Sección		QDA. CANOAS (1)		Por	
Ubicación		MARGEN DERECHA DE LA Qda., A 2 Kms. DE SU DESEMBOCADURA		J. PISCOYTE F. VILLAORDUNA A. PARDO	
Formación		VERDUN		Fecha: 16/03/93	
TIPO DE ROCA		Unidad de Mb. Inf.º		DESCRIPCIÓN	
TEXT. ESTRUCT.		M. A. R. G. E. S. T. R. A. D. A. G. E. N. E. R. A. D. A. D.		AMBIENTE	
D. A. D.				SEDIMENT.	
				TECTONICA	
19				Transición a Mb. Medio?	
18				Escarpa vertical de difícil acceso (4 + m).	
17					
16					
15					
14				Mb. inferior	
13				Arn. gris amarill., gr. grs., sub-ang. a sub-red. cuarz. reg. selec., grano-decreciente, micro-congl. hacia la base. Masiva.	
12				Arn. gris, gr. med, grs. a m. grs., sub-ang. sub-red., reg. selecc., grano-decreciente. Micro-congl. hacia la base. Masiva.	
11				Frente de Playa Sup.	
10				Frente de Playa Sup.	
9				Arn. gris beige, gr. grs. a granul., sub-ang. a sub-red. cuarzo, cuarzo lechoso, argill. mal. selec. grano-decreciente. Masiva.	
8				Arn. gris amarill., gr. m. grs., sub-ang. a sub-red. reg. a mal selec. conglomerad. (cuarz. lech., granito), aren. En capas de 30 a 40 cm.	
7				Canal de mareas	
6				Conglom. gris de cantos sub-red. de cuarcita, cuarz. lech., argill. (3-7 cm, hasta 16 cm), mal selec. cement. calc. ferrug. Capas masivas. Granulo-decreciente.	
5				Arn. gris gr. grs. a granul., sub-red., bien selec. porosa. Bioturb. Hacia la base friable lam. paral. incip.	
4				Mb. inferior	
3				Arn. gr. grs. m. grs. granul., sub-ang. sub-red. grano-dec. Reg. selec. (Cuarz. lech, cuarcit. argill)	
2				Frente de Playa Sup.	
1				Arn. gr. med, grs. a m. grs. sub-ang. sub-red., reg. selecc. cm.t. calc. Lam. ond. irreg. est. de corte y relleno. Capas de 30-40 cm. Frags. de conchas.	
				Infra marelico	
				Bz 17° NNE	
				Fracturas Perpendiculares a Estratificación	
				Contacto cubierto con las Fms. del Cp. Talara.	

Esc: 1/100

Sección		QDA. CANOAS		Pas	
Ubicación		LADERAS SE. C. CANOAS		J. PISCOYTE F. VILLAORDURA A. PARDO	
Formación		VERDIN		Fecha 19/03/93	
UNIDAD	TIPO DE ROCA		DESCRIPCIÓN	AMBIENTE	
	TEXT.	ESTRUCT.		SEDIMENT.	TECTONICA
20	(5°-10°)		Arn. gris clara, gr. fin., med., ang-a-sub-ang., cuarzo lech., bien selec. Laminac. paral., ondula., irreg. restos de troncos silíceos.	Playa	Baja Energía
19			Arn. gris verd., gr. fin. a med., bien selec. Cuarzo hial., lech., líficos.		
18	(20°-24°)		Lam. cruzada (20-24°) festones.		
17			Arn. gris, gr. fin., sub-ang. reg. selec., Qz. lech., líficos lam. ond. irregular.	Frente de Playa Sup.	Alta Energía
16			Arn. gr. fino. a med., sub-ang. Qz. líficos. Lam. paralel., algo ondulada. Compacta.		
15			Arn. gr. fin., sub-ang. Qz. lech. argill., reg. selec., compact.		
14			Arn. gr. fin., med., micro congl. Lam. paral. subhoriz.	Playa	Infra Mareja
13			Cubierto. Afloram. pobres y aislados de Arn. gris gr. fin. a med., ang. friable y aren. gris verdosa, gr. m. fino, lam. paralela.	Frente de Playa Sup.	
12			Ar. gris verd. gr. m. fin. ang. bien selec. y lam. paralela, parcialm. cubierta hacia el tope.	Playa	
11			Arn. gris clara, gr. fino, med., ang., bien selec., lam. paralela. Friable. Yeso. Parcialmente cubierta.	Playa	
10			Arn. gris verd., gr. fino, med., sub-ang. reg. selec. aislad. microconglom. Restos de conchas (ostreas) bioturbación. Lam. bi-direccional.	Playa	Infra Mareja
9				Transición?	
8					
7					
6					
5					
4					
3					
2					
1					

Fracturas Perpendiculares a la Estratificación



QUEBRADA PILAR

Aflora una sección completa de la Formación Verdún:

El miembro inferior, de 28 m de areniscas gris claras, blanco amarillentas, de grano grueso a granular, subanguloso a subredondeado, de regular selección, compuestas de cuarzo y elementos líticos, moderadamente friables a algo compactas (Foto 5).

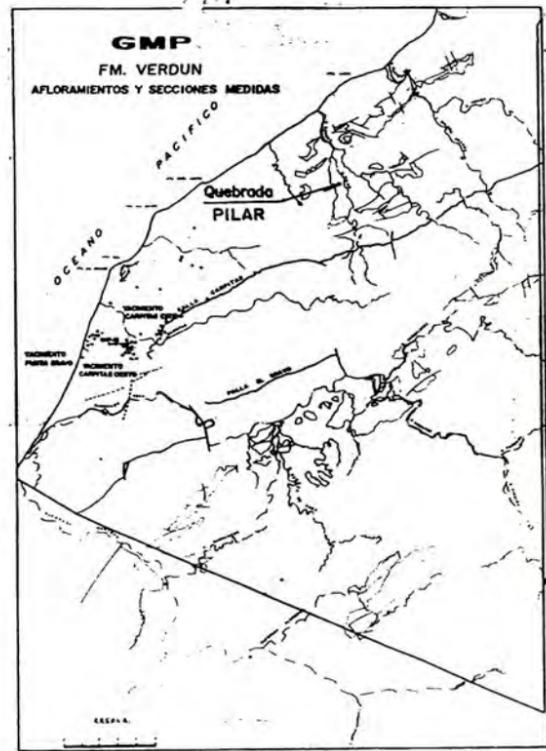
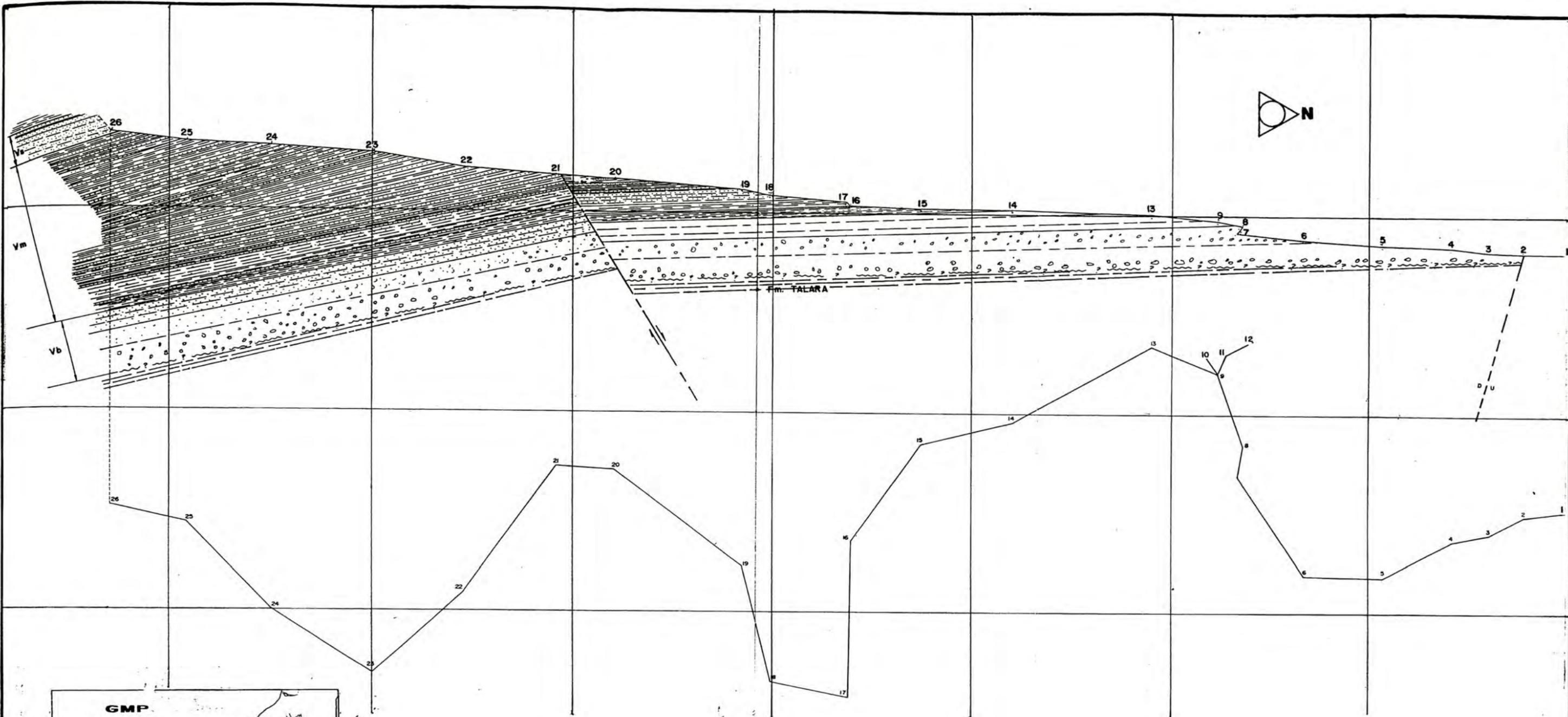
La porosidad aparente es de 15 a 20 %. Presenta laminaciones paralela, ondulada e inclinada de bajo ángulo y en festones, depositadas en ambientes de línea de playa, playa intermaréica de frente superior de playa. Las areniscas se intercalan con areniscas conglomerádicas y bancos de conglomerados de gravas gruesas, de regular selección, de ambientes de playa, canales de marea y barras costeras. La composición de los rodados es variada, predominan los guijarros de cuarzo, cuarcitas y granitos; así mismo se encuentran cantos de areniscas correspondientes probablemente a la Fm. Ostrea(Eoceno Inferior).

El miembro medio está constituido de lutitas gris

verdosas, bien laminadas, micromicáceas, microcarbonosas, con intercalaciones delgadas de limolitas grises y areniscas de grano fino, las mismas que corresponden a un ambiente marino de bahía a mar abierto (costa afuera).

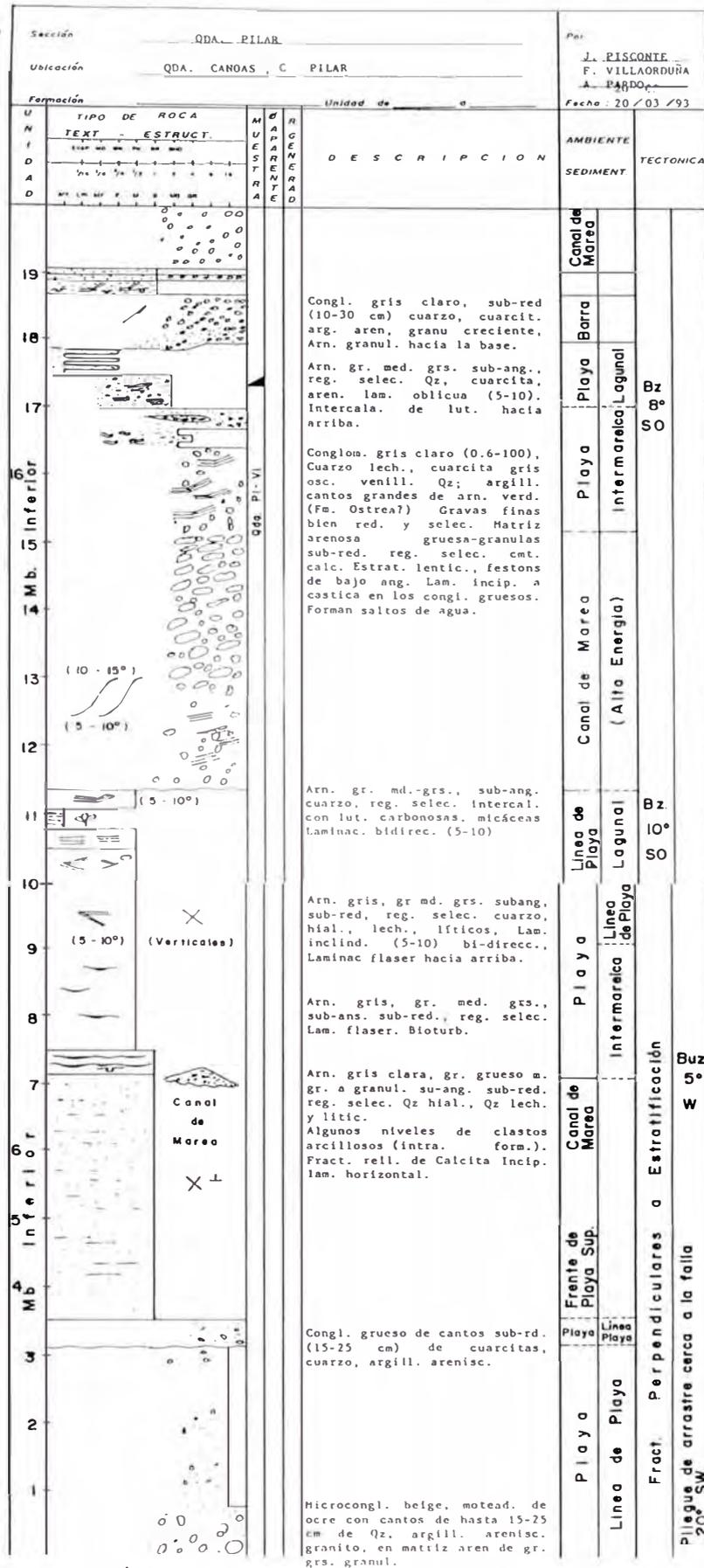
El miembro superior está caracterizado por una alternancia de areniscas en lechos delgados, medianos hasta gruesos, y lutitas grises. El espesor medido es de 17 m. Las areniscas son grises claras, de grano fino, medio, grueso y muy grueso, subangular a subredondeado, en paquetes estrato crecientes y grano crecientes. Presentan estructuras de laminación paralela, ondulada y oblicua, generalmente bioturbada.

Corresponden al ambiente de frente de playa superior a inferior. Las intercalaciones de lutitas grises micáceas, carbonosas y con restos de plantas, corresponden a ambientes de bahía a mar abierto, cercano a la costa (Fig. 10 y Láminas III).



GMP	GMP S.A.
Fm. VERUN	
SECCION ESTRATIGRAFICA MEDIDA EN LA QDA. PILAR.	
Autor: Freddy Villacordúa A. Fecha: Lima, Octubre 1993 PLANO N°	
Aprobado: Freddy Villacordúa A. Dibujo: R. CALVO S.	

Fig. 10



Esc.: 1/100

Sección		QDA. PILAR		Plan	
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCONTE F. VILLAORDUNA A. PARDO	
Formación		VERDUN		Fecha: 27/03/93	
Unidad de Mb. Med. a		DESCRIPCIÓN		AMBIENTE TECTONICA	
UNIDAD	TIPO DE ROCA	APARENCIA	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE SEDIMENT.	TECTONICA
TEXT.	ESTRUCT.				
12			Intercalaciones de lut. gris verdosa, micro-micéa, concreciones ferruginosas.	Bahía Frente de Playa Superior	
11			Arn. grn. med. con frags. Lítica, ang. bien selec. micéa; laminación paralela y ondulada.	Bahía Frente de Playa Superior	
10			Arn. gris, grn. fino, carbón, micéa; laminación paralela, restos de plantas. Biotur.	Bahía Frente de Playa Superior	
9			Lut. marrón, micromicac., carbonosa, concrec. ferrug. Arn. grn. gts. a muy grs., sub-redond., cuarz. lech., mica blanca, laminac. paralel. Fract. con rell. de calcita.	Bahía Frente de Playa Superior	
8			Lut. gris verd., micro-micac., micro-carbonosa, bien laminada, concrec. ferrug. Interc. de arns. y limol. de grn. fino, en capas delg. (5-10 cm). Los lechos de arns. incrementan de espesor (de 60-80 cm) hacia el E y presentan laminacs. delg. paralel. sub-horiz. carbón.	Bahía Frente de Playa Superior	
7				Transición a frente inf. de playa	
6					
5					
4					
3					
2			Lut. gris verdosa, micro-micéa, micro-carbonosa y delgada, láminas de limolita.	Bahía a Costa - Afuera	
1			Micro-conglo. (0.4-0.8 cm) redond. Qz, lech., cuarcita argillit., reg. selec. Matriz gr. m. grs-granul. sub-ang., reg. selec. en capas de 20-30 cm. Interc. de Limol. y lut. estruc. flaser.	Playa Llanura Intermareica	
26					
25			Arn. gr. med. grs., sub-red., bien selec. Qz. lech., litc. Lam. Sub-horiz. Capas delg. (20 cm.).	Frente Bahía	
24			Lut. gris, limolit. y arns. micáceas Lam. ondulada.	Frente Bahía	
23			Arn. gr. grs-granul. sub-ang. sub-red., Qz. lech., litc. micáceas, reg. selec. Rodados, Qz. lech., cuarcitas, arns. verdos y lentes microconglo.	Frente Bahía	
22			Lut. gris., concrecl., ferrug.	Frente Bahía	
21			Congl. de rodados de (0.8-5 cm), redond. Cuarzo lech., cuarcit. gris, a rn. verd., volcánicos (porcelanita). Matriz de grava fina y granul. Imbricación de corrientes hacia N 230'. Grano decreciente Masivo.	Canal de Marea	
20					

Sección		QDA. PILAR		Por	
Ubicación		QDA. CANDAS, C ^o PILAR		J. PISCOENTE F. VILLAORDUNA A. PARDO	
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Med. a	
Fecha		22 / 03 / 93			
UNIDAD	TIPO DE ROCA TEXT. - ESTRUCT.	MAGNIFICACION	DESCRIPCION	AMBIENTE	TECTONICA
				SEDIMENT.	
32			Interc. lut. gris, micro-micac., micro-carbonos y capas delg. arn. gr. fin. a med. sub-ang. Lam paral. y ondul.	Frente de Playa Sup.	
31			Arn. gris clara, grn. grs. sub-red. bien selec. Lam paralel. Concrec. ferrug.		
30			Arn. gris, grn. med, grs. micac., lam. ond., bioturb.		
29			Lut. gris osc., micro-micácea, micro-carbón, y azufrosa.	Bahía	
28			Laminac. carbonosas.		
27			Arn. gris clara, grn. grs., m. grs., a granul. sub-red., cuarzo lech. Lam. ond. y oblic. de bajo ang.		
26			Interc. de limol. gris. arenos. micác., carbonos. Aren. gris, grn. fino, lam. paral. y lut gris carbonosa, micác.	Frente de Playa Sup.	
25			Arn. grn. grs., sub-redond. cuarzo, micác., lam. paral. en la base, oblic. al tope.		
24			Arn. grn. grs., sub-red. cuarz., reg. selec. Lam. paral. y oblicua. Bioturb.		
23			Lut. gris clara, límosa, micro-micácea, micro-carbón. Laminad. Conc. ferrug.	Frente de Playa Superior	
22			Arn. gris grs. sub-red., micro-conglomerad. Lam. oblic. en festones (20°)		
21		20°	Arn. gris, grn. grs. a gran. micro-congl. sub-ang, sub-red. cuarz lech. Friable, porosa.		
20				Frente de Playa Superior	15° Bz. S
19					
18					
17				Frente de Playa Superior	15° Bz. S
16					
15					
14				Frente de Playa Superior	15° Bz. S
13					

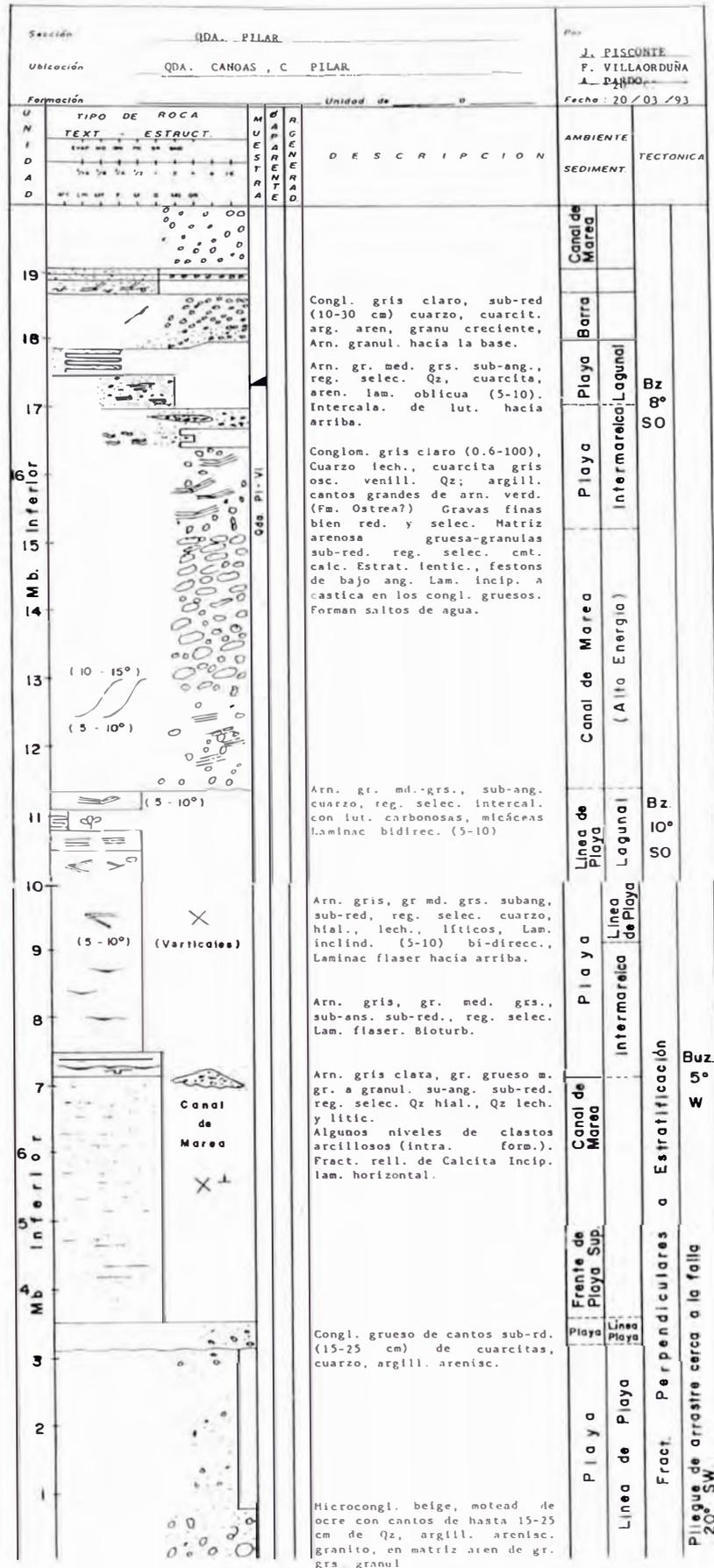
Sección		QDA. PILAR		Par:			
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCOYTE F. VILLARDOÑA A. PARDO			
Formación		VERDUN		Fecha: 23 / 03 / 93			
UNIDAD	TIPO DE ROCA		M. U. E. S. T. R. A. A.	R. G. E. N. E. R. A. D.	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE	TECTÓNICA
	TEXT.	ESTRUCT.					
52					Lut. gris clara, micécea, carbonosa, bien laminad. azufrosa.	Bahío	
51					Arn. gris, gr. grs. sub-red. cuarzo, frags. lífticos, micac. reg.olec. grano-decreciente. Lam. paralel sub-horz.		
50					Lut. gris micécea, carbonosa con restos de plantas.		
49							
48							
47					Interc.		
46					Lut. gris, micécea, carbonos.	Frente de Playa Inferior	
45					Arn. gris, grn. grs a granul. sub-red., bien selec. cuarz. lech. Lam. ondulada.	Inframarelo	
44							
43					Arn. gris claro, grn. grs. a m. grs, sub-red. micác., lam. paral. y ondul. concrec. ferrug.		
42					Intercalac. de lut. gris osc., micéceas, carbonos moldes de carga en la base de los bancos de arenisca.	Bahío, Transición a F. de Pl. Inf.	
41							
40							
39					Intercalacs. de Arns. grn. fino a med. sub-ang., sub-red., bien selecc., micéceas, carbonos, lam. parel. Bloturb.		
38					Lut. carbonos. algo azufros. Limolit carbonosas, micac. lam. paralel.		
37							
36							
35							
34							
33							

Sección		Ubicación		Formación		Per:	
[REDACTED]		QDA. CAHOAS, C' PILAR		VERDUN		J. PISCOYTE F. VILLARDUNA A. PARDO	
TIPO DE ROCA		Unidad de Mb. a Med.		Fecha: 24 / 03 / 93			
U N I D A D	TEXT. ESTRUCT.	M A P A R A	R E S T R U C T U R A	DESCRIPCIÓN		AMBIENTE	TECTONICA
						SEDIMENT.	
72	[Diagram]						
71	[Diagram]						
70	[Diagram]				Intercalac. monotonas estrato-decrecientes de lut. y limol. grises micro-micáceas.		
69	[Diagram]				Arns. grn. fino, med. a grs. sub-redond, reg. selec., cuarzo.		
68	[Diagram]				Laminac. paralel y ondulada.		
67	[Diagram]						
66	[Diagram]						
65	[Diagram]						
64	[Diagram]						
63	[Diagram]						
62	[Diagram]						
61	[Diagram]				Intercalac.		
60	[Diagram]				Lut. gris micácea, laminadas y limolitas grises		
59	[Diagram]				Aren. gris, grn. fino a med., sub-angul. reg. selecc. micáceas. Laminac. paralel. sub-horizont. y ondulad. con moldes de carga en la base.		
58	[Diagram]						
57	[Diagram]						
56	[Diagram]						
55	[Diagram]						
54	[Diagram]				Arn. gris clara, grn med. sub-ang. cuarz. lech., mica. bien selecc. Lam. ondul. Bioturb.		
53	[Diagram]						

Frente de Playa Inf. Transición a Mar Costa Afuera

Frente de Playa Inferior

Sección		QDA. PILAR		Por	
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCOYTE F. VILLAORDUÑA A. PARDÓ	
Formación		VERDUN		Fecha: 24/03/93	
Unidad		Med. 1 - Super.		TECTÓNICA	
U	TIPO DE ROCA	M	M	DESCRIPCIÓN	
N	TEXT. ESTRUCT.	A	A	AMBIENTE	
I		P	P	SEDIMENT.	
D		E	E		
A		R	R		
D		A	A		
2					Bahía
1				Arn. gris clara, gr. m. grs. a granul., sub-red., cuarzo, micécea, lam. ond., bioturb. y moldes de carga en la base.	
				Intercalac.	
89				Lut. gris, micécea, bien laminada.	
88				Arn. gris claro, grn. grs. sub-red., reg. selecc. cuarzo, micécea, muy friable.	
					Transición Frente de Playa Inferior
				Lut. gris, carbonosa, micécea.	
				Arn. gris clara, grn. grs. sub-redond. reg. selecc. de cuarzo lech, hial, micas laminac. paralela sub-horiz.	
85					
84					
83					
92				Intercalac.	
81				Lut. grises, micro-micéc. carbonos, con restos de plantas.	
80				Arn. gris claro, grn. fino, med. a grs, sub-ang. sub-red. bien selecc.	
				Laminac. paralela. Sub-horiz, y en algunos niveles bioturbación.	
79					Costa - Afuera, Transición a Bahía
77					
76					
75				Lut. grises, micéceas, bien laminadas.	
74					
73					



Esc. : 1/100

Sección		QDA. PILAR		Par:			
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCONTE F. VILLAORDUNA A. PARDO			
Formación		VERDUN		Mb. Med.			
Unidad de		Mb. Med.		Fecha: 22 / 03 / 93			
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A R C A D E A	R E G I S T R A D	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE SEDIMENT.	TECTONICA
	TEXT.	ESTRUCT.					
12					Intercalaciones de lut. gris verdosa, micro-micéa, concreciones ferruginosas.	Frente de Playa Superior	
11					Arn. grn. med. con frags. Líticos, ang. bien selec. micácea; laminación paralela y ondulada.	Inframarela	
10					Arn. gris, grn. fino, carbón, micácea; laminación paralela, restos de plantas. Biotur.	Bahía	CERCA A LINEA DE COSTA
9					Lut. marrón, micromicac., carbonosa, concrec. ferrug. Arn. grn. grs. a muy grs., sub-redond., cuarz. lech., mica blanca, laminac. paralel. Fract. con rell. de calcita.	Transición a Mar Costa-Afuera	Transición a frente inf.de playa
8					Lut. gris verd., micro-micac., micro-carbonosa, bien laminada, concrec. ferrug. Interc. de arns. y limol. de grn. fino, en capas delg. (5-10 cm). Los lechos de arns. incrementan de espesor (de 60-80 cm) hacia el E y presentan laminacs. delg. paralel. sub-horiz. carbón.	Bahía, Transición a Mar Costa-Afuera	
7							
6							
5							
4							
3							
2					Lut. gris verdosa, micro-micácea, micro-carbonosa y delgada, láminas de limolita.	Bahía a Costa - Afuera	
1					Micro-conglo. (0.4-0.8 cm) redond. Qz, lech., cuarcita argilit., reg. selec. Matriz gr. m. grs-granul. sub-ang., reg. selec. en capas de 20-30 cm. Interc. de limol. y lut. estruc. flaser.	Playa	Llanura Intermarela
26							
25					Arn. gr. med. grs., sub-red., bien selec. Qz. lech., litc. Lam. Sub-horiz. Capas delg. (20 cm.).	Ba Frente Pl. Sup.	
24					Lut. gris, limolit. y arns, micáceas Lam. ondulada.	Ba Frente Pl. Sup.	Lg
23					Arn. gr. grs-granul. sub-ang. sub-red., Qz. lech., litc. micáceas, reg. selec. Rodados, Qz. lech, cuarcitas, arns. verdes y lentes microconglo.	Ba Frente Pl. Sup.	Lg
22					Lut. gris., concrec., ferrug.	Canal de Marea	Lg
21					Congl. de rodados de (0.8-5 cm), redond. Cuarzo lech, cuarcit. gris, a rn. verd., volcánicos (porcelanita). Matriz de grava fina y granul. Imbricación de corrientes hacia N 230. Grano decreciente Masivo.		
20							

Sección		QDA. PÉLAR		Por			
Ubicación		QDA. CANDAS, C. PILAR		J. PISCONTE F. VILLAORDUÑA A. PARDO			
Formación		VERDUN		Fecha: 22 / 03 / 93			
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A P A R E N C I A D E	R E S E R V A D O	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E	T E C T O N I C A
	TEXT.	ESTRUCT.					
32					Interc. lut. gris, micro-micac., micro-carbonos y capas delg. arn. gr. fin. a med. sub-ang. Lam paral. y ondul.	Frente de Playa Sup.	
31					Arn. gris clara, grn. grs. sub-red. bien selecc. Lam paralel. Concrec. ferrug.		
30					Arn. gris, grn. med, grs. micac., lam. ond., bioturb.		
29					Lut. gris osc., micro-micácea, micro-carbón., azufrosa.	Bahía	
28					Laminac. carbonosas.		
27					Arn. gris clara, grn. grs., m. grs., a granul. sub-red., cuarzo led. Lam. ond. y oblic. de bajo ang.		
26					Interc. de limol. gris, arenos. micác., carbonos. Aren. gris, grn. fino, lam. paral. y lut gris carbonosa, micác.	Fr. de Playa Sup.	
25					Arn. grn. grs., sub-redond. cuarzo, micác., lam. paral. en la base, oblic. al tope.	Frente de Playa Superior	15° Bz. S
24					Arn. grn. grs., sub-red. cuarz., reg. selecc. Lam. paral. y oblicua. Bioturb.		
23					Lut. gris clara, límosa, micro-micácea, micro-carbón. Laminad. Conc. ferrug.		
22					Arn. gris grs. sub-red., micro-conglomerad. Lam. oblic. en festones (20°)		
21					Arn. gris, grn. grs. a gran. micro-congl. sub-ang, sub-red. cuarz lech. Friable, porosa.		
20							
19							
18							
17							
16							
15							
14							
13							

Sección		QDA. PILAR		Por:		
Ubicación		QDA. CANOAS, C' PILAR		J. PISCONTE F. VILLAORDUÑA A. PARDO		
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Medio		
U N I D A D	TIPO DE ROCA	M U E S T R E A	R E S E N E R T A D O	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E	T E C T O N I C A
	TEXT - ESTRUCT.					
52	[Diagrama]			Lut. gris clara, micácea, carbonosa, bien laminad. azufrosa.	Bahía	
51	[Diagrama]			Arn. gris, gr. grs. sub-red. cuarzo, frags. líticos, micac. reg. sicc. grano-decreciente. Lam. paralel sub-horz.		
50	[Diagrama]		15° 20° PI - V3	Lut. gris micácea, carbonosa con restos de plantas.	Frente de Playa Interior	Inframarelo
49	[Diagrama]			Interc.		
47	[Diagrama]			Lut. gris, micácea, carbonos.		
46	[Diagrama]			Arn. gris, grn. grs a granul. sub-red., bien selec. cuarz. lech. Lam. ondulada.		
45	[Diagrama]				Bahía, Transición a F. de Pl. Inf.	
44	[Diagrama]					
43	[Diagrama]			Arn. gris claro, grn. grs. a m. grs, sub-red. micác., lam. paral. y ondul. concrec. ferrug.		
42	[Diagrama]			Intercalac. de lut. gris osc., micáceas, carbonos moldes de carga en la base de los bancos de arenisca.		
41	[Diagrama]				Frente de Playa Sup.	Inframarelo
40	[Diagrama]					
39	[Diagrama]			Intercalacs. de Arns. grn. fino a med. sub-ang., sub-red., bien selec., micáceas, carbonos, lam. paral. Bioturb. Lut. carbonos. algo azufros. Limolit carbonosas, micac. lam. paralel.		
38	[Diagrama]					
37	[Diagrama]					
36	[Diagrama]					
35	[Diagrama]					
34	[Diagrama]					
33	[Diagrama]					

Sección		QDA. PILAR		Pila		
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCONTE F. VILLAORDUNA A. PARDO		
Formación		VERDUN		Fecha 24/03/91		
Unidad de Mb. Med.						
U N I D A D	TIPO DE ROCA	M A P A R E N T E	R E G I S T R A D	D E S C R I P C I O N	AMBIENTE	TECTONICA
	TEXT. ESTRUCT.				SEDIMENT	
72						
71						
70				Intercalac. monotonas estrato-decrecientes de lut. y limol. grises micro-micáceas.		
69				Arns. grn. fino, med. a grs. sub-redond, reg. selec., cuarzo.		
68				Laminac. paralel y ondulada		
67						
66						
65						
64						
63						
62						
61				Intercalac.		
60				Lut. gris micáceas. laminadas y limolitas grises		
59				Aren. gris, grn. fino a med., sub-angul. reg. selec. micáceas. Laminac. paralel. sub-horizont. y ondulad. con moldes de carga en la base.		
58						
57						
56						
55						
54				Arn. gris clara, grn med. sub-ang. cuarz. lech mica. bien selec. Lam. ondul. Bioturb.		
53						

Frente de Playa Inf. Transición a Mar Costa Afuera

Frente de Playa Inferior

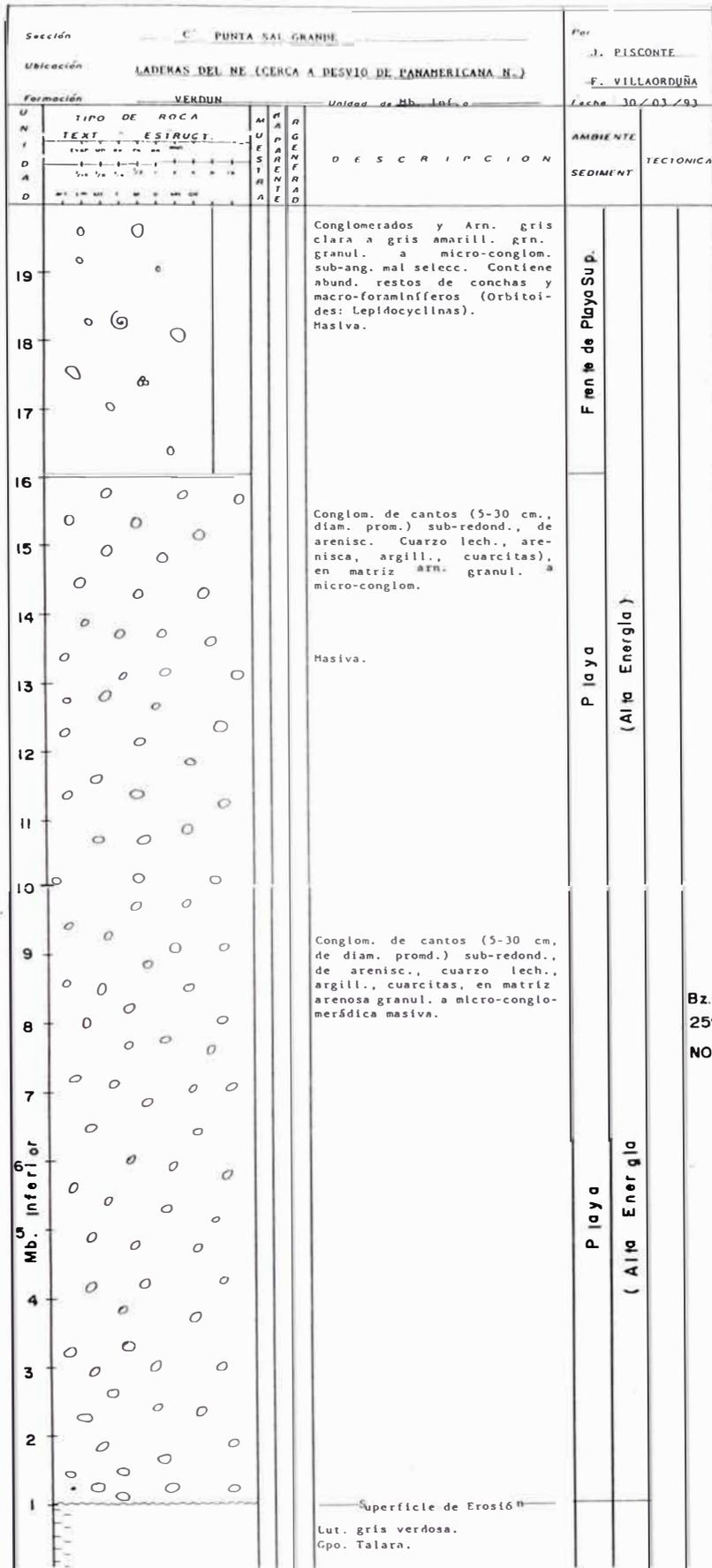
Sección		QDA. PILAR		Par:	
Ubicación		QDA. CANOAS, C. PILAR		J. PISCOYTE F. VILLAORDUNA A. PARDO	
Formación		VERDUN		Fecha: 26 / 03 / 93	
TIPO DE ROCA		UNIDAD # Mb. Med. a Sup.		AMBIENTE	
TEXT. ESTRUCT.		DESCRIPCION		TECTONICA	
MAGN. EST. R. A.					
2	Mb Superior			Arn. gris clara, gr. m. grs. a granul., sub-red., cuarzo, micácea, lam. ond., bloturb. y moldes de carga en la base.	Bahía
89				Intercalac.	
88				Lut. gris, micácea, bien laminada.	Transición Frente de Playa Inferior
86	Mb Medio			Arn. gris claro, grn. grs. sub-red., reg. selecc. cuarzo, micácea, muy friable.	
85				Lut. gris, carbonosa, micácea.	
84				Arn. gris clara, grn. grs. sub-redond., reg. selecc. de cuarzo lech, hial., micas laminac. paralela sub-horiz.	
93					
82				Intercalac.	
81				Lut. grises, micro-micác. carbonos, con restos de plantas.	
80				Arn. gris claro, grn. fino, med. a grs, sub-ang. sub-red. bien selecc.	Costa - Afuera, Transición a Bahía
79	Mb Medio			Laminac. paralela. Sub-horiz. y en algunos niveles bioturbación.	
77					
76					
75				Lut. grises, micáceas, bien laminadas.	
74					
73					

Sección		QDA. PILAR		Por		
Ubicación		QDA. CANOAS, C° PILAR		J. PISCOYTE F. VILLAORDUNA A. PARDO		
Formación		VERDUN - CHIRA		Unidad de Mb. Sup. a Tape		
UNIDAD	TIPO DE ROCA		MAGNITUD	DESCRIPCION	AMBIENTE	TECTONICA
	TEXT.	ESTRUCT.				
8						
5	Base Fm. Chira		Carbón Bituminoso	Lut. marrones, chocol. micáceas, carbonosas, con restos de plantas, azufrosas.	Bahía, Transic. a Mar Costa Afuera	
4						
3						
2						
1						
	Fm. Tope Verdun			Arn. gris clara gr. med. grs., sub-ang. sub-red. bien selec., cuarzo lech. Laminac. ondul., bi-direcc. de bajo ang. (5-10°), lamin. oblicua (20°) en festones (corrientes hacia el SE) y convoluta hacia el tope.	Frente de Playa Sup.	
				Intercala.		
				Lut. y Limol. grises. algo carbonosas.		
				Arns. gris, grn. fino, grs. sub-ang. sub-red., reg. selec. lam. ond. Bisturbadas.		
13				Intercalac.		
				Lut. grises, micáceas, carbonosas.		
12						
				Arenisc. gris, grano fino, med. grs. a muy grs. Sub-ang. sub-red., bien selec. cuarzo lech. Lam. parale, ondulado, y lami. oblicua, tabular.		
11						
				Limol. grises, micáceas, carbonosas, laminares.		
10				(Los bancos de areniscas engrosan hacia el SE)	Frente de Playa Superior	
7	Mb Superior			Arn., gris, grn. grs. sub-red. (secuencia grano creciente), reg. bien selec. cuarzo, micas. Laminac. paralel. incipiente.		
6						
5						
4						
3						

PUNTA SAL GRANDE

Las secciones en esta localidad presentan un miembro inferior que descansa en discordancia sobre las lutitas de la Formación Talara. Este miembro consiste en conglomerados subredondeados de areniscas, cuarcitas, cuarzo, argilitas, en matriz arenosa de grano grueso y granular, de regular a mal seleccionados, con cemento calcáreo. El aspecto general es masivo, correspondiendo a ambientes de playa de alta energía. Sobre éstas siguen areniscas gris claras, granulares con formas subangulares, mal seleccionadas, fosilíferas (abundantes fragmentos de conchas y foraminíferos: *LEPIDOCYCLINAS*); se tienen además areniscas conglomerádicas estratificadas, en bancos masivos de ambientes de frente de playa superior. En total - para este miembro - se ha medido un espesor de 32 m.

El miembro medio está representado por lutitas gris verdosas a marrones y gris oscuras carbonosas con restos de plantas. Esta unidad corresponde a un ambiente marino costa afuera. El espesor medido es de



Esc. 1/100

Sección		C		PUYMA SAL GRANDE		Por		J. PISCONTE	
Ubicación		LADERAS NE (CERCA DESVIO PANAMERICANA N.)						E. VILLAGORDIÑA	
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Inf. e Med.		Fecha: 30/03/93			
UNIDAD	TIPO DE ROCA	MAGN. UESTRA	R. A. P. A. R. E. N. E. R. A. D.	DESCRIPCION	AMBIENTE		TECTONICA		
	TEXT. ESTRUCT.				SEDIMENT				
6		PS-VI		<p>Arn. grn. fin-med. sub-redond. reg. selecc. Lam. paral-sub-horiz., bi-direcc., ondulada.</p> <p>Alternancia de lut., limol. y arcill. de color pard., Vrd y rojiz., micéc., azufrosas. Est. "Flaser".</p> <p>Lut. y limol. micro-carbon. con restos de plantas.</p>	Línea de Costa Afuera				
4	Mb. Medios			Cubierto		Marisma Intermarelico			
33				<p>Micro-conglom. en matriz arn. granul. con algunos rodados de 20 cm. (prom.).</p> <p>Restos de conchas de moluscos y forams. (Lepidocyclinas).</p>	Frente de Playa Sup.				
32	Mb. Inferior			<p>Arn. gris clara, gris amarill., grn. granular a micro-conglom., sub-ang., mal selecc. Cont. abund. restos de conchas y macro-forams. (Orbitoides: Lepidocyclinas).</p> <p>Bancos Masivos.</p>	Frente de Playa Superior				
20	Mb. Inferior						Bz. 19° NO		

Sección		C. PUNTA SAL GRANDE		Per		
Ubicación		LADERAS DEL NE (CERCA A DESVIO PANAMERICANA N.)		J. PISCONTE		
Formación		VERDUN		F. VILLAORDUÑA		
		Unidad de Mb. Sup. ^a		Fecha: 29/03/93		
U	TIPO DE ROCA	M	R	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE	TECTONICA
N	TEXT. ESTRUCT.	A	G			
I	ESTR. MED. GRN. MED. GRN.	U	E		SEDIMENT.	
D	Med. Grn. Med. Grn.	E	N			
A	Med. Grn. Med. Grn.	S	T			
D	Med. Grn. Med. Grn.	A	R			
		E	E			
		N	N			
		D	D			
19	[Diagrama de estratificación]			Intercalac. rítmicas de aren. y luts. (10 mts.).	Frente de Playa Superior	Bz. 29° NNW
18	[Diagrama de estratificación]			Arn. grn. fino-med. grn. subang., reg. selecc., micáceas, biotubadas, estrat. en capas delg. (20-30 cm). Laminac. paralel., sub-horiz. restos de plantas.		
17	[Diagrama de estratificación]			Lut. gris verdos. a marrones.		
16	[Diagrama de estratificación]					
15	[Diagrama de estratificación]					
14	[Diagrama de estratificación]					
13	[Diagrama de estratificación]			Alt. ferruginosas en las areniscas.		
12	[Diagrama de estratificación]					
11	[Diagrama de estratificación]					
10	[Diagrama de estratificación]					
9	[Diagrama de estratificación]			Secc. lutácea de 90 mts. de espesor.	Bahía a Costa Afuera	
8	[Diagrama de estratificación]			Lut. gris osc., bien carbonosas, restos, micro-micáceas, azuf. concrec. ferrugins.		
7	[Diagrama de estratificación]					
6	[Diagrama de estratificación]					
5	[Diagrama de estratificación]					
4	[Diagrama de estratificación]					
3	[Diagrama de estratificación]					
2	[Diagrama de estratificación]					
1	[Diagrama de estratificación]					
				Base Cubierta		

90 m.

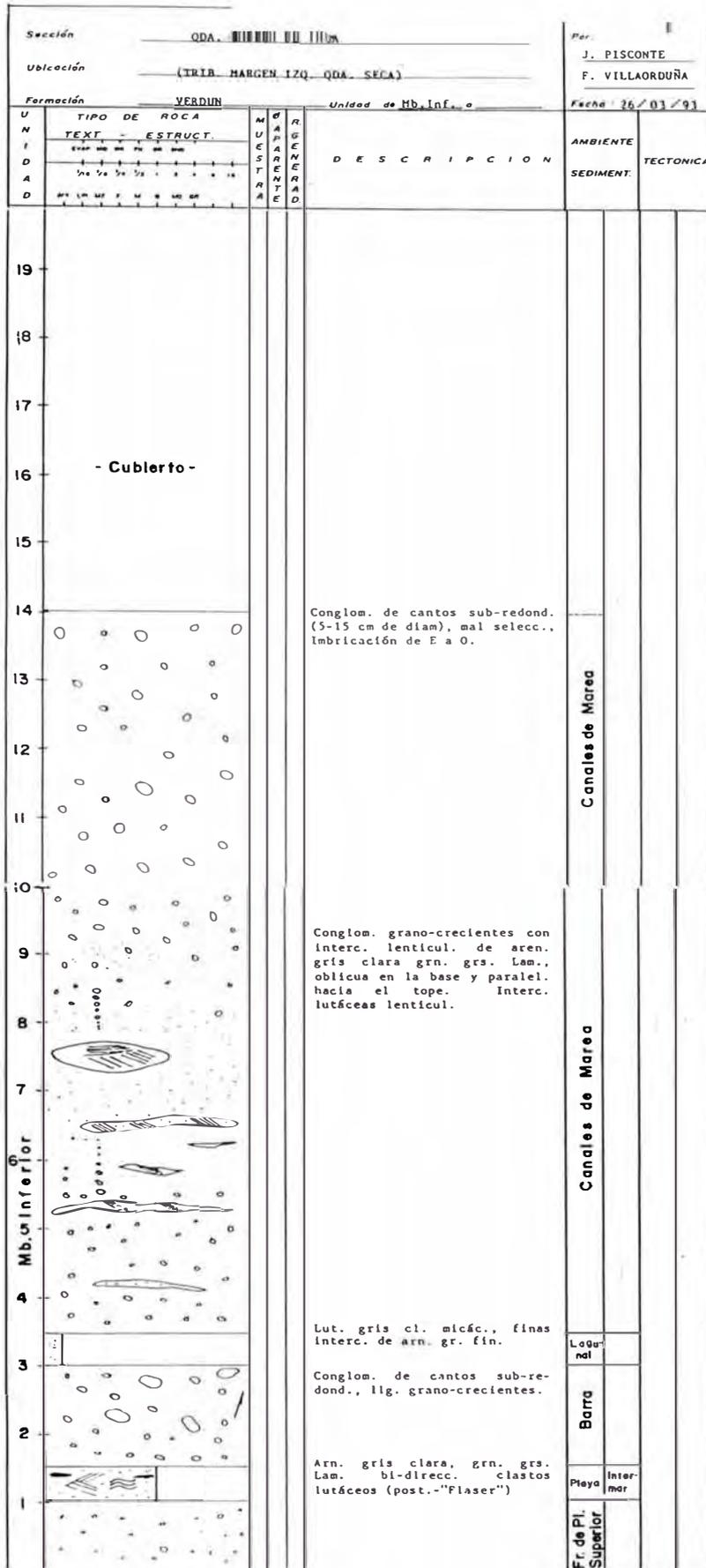
El miembro superior, de +10 m de espesor (cubierto su parte superior), está constituido por lechos delgados (20 a 30 cm) de areniscas de grano fino a medio, de regular selección, con laminación paralela y ondulada, micácea, con restos de plantas y bioturbación horizontal y vertical (Láminas IV)

QUEBRADA CABEZA DE VACA

Aflora una sección incompleta de la Formación Verdún, la misma que se encuentra sobreyaciendo a las lutitas de la Formación Talara en contacto discordante. Consiste en bancos gruesos y masivos de conglomerados y areniscas, habiendose podido medir hasta +34 m, su parte superior se halla cubierta y es de muy difícil acceso.

Los conglomerados son de guijarros subredondeados de cuarzo, cuarcitas, argilitas, chert, cineritas y andesitas, en matriz arenosa de grano grueso a granular. El cemento es calcáreo algo ferruginoso. Cerca de la base se observan impregnaciones de brea

Sección		QDA. CABEZA DE VACA		Por		J. PISCONTE	
Ubicación		(TRIBUT. MARGEN IZQ. QDA. SECA)		E. VILLAORDUÑA		Fecha: 26/03/93	
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Inf. #			
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A P A R E N T E	R E G I S T R A D	D E S C R I P C I O N	AMBIENTE	
	TEXT.	ESTRUCT.				SEDIMENT.	TECTONICA
39					Rodad. de 2-6 cm. grano-decreciente.	F. Playa Sup.	Transición a Playa
38					Grano-creciente.		
37					Interc. lut. marr., delgads., carbon., micáceas, estruc. de sobre carga hacia el tope. Friabl. alt. ferrug.	Frente de Pl. Sup.	
36					Arn. gris clara, grn. grs. a granul. grn. sub-ang. a sub-red.		
35					Laminac. ond. y oblic. (24°-30°). Laminac. cruzad. hacia el tope. Fract. perpendic. a la estratíf. (Bloques hasta de 4 mts.).		
34						Barras	
33					Congl. cantos sub-red. cuarzo, cuarc., argill., volc., en sec. grano-creciente.		
32					Imbric. de cantos de NO-SE.		
31					Arn. gris clara., grn. med. grs., sub-ang. reg. selecc. Lenticular.	Barras	
29					Lentes delg. de arenisc. de gr. grs.		
28					Conglom. mal selecc., cantos sub-redond., (de 3-10 cm de diam. y algunos bloques hasta de 60 cm.) de cuarcit., cuarz. lech., argill., volc. en matriz de arn. grn. grs. a granul. concrec. ferrug., cmt calcáreo.		
27					Grano creciente hasta la parte med. de la secc. y hacia el tope. Imbricac. de cantos de N hacia el S.	Barras	
24					Arn. gris clara, grn. fino, medio, sub-ang., mal selecc. cuarzo lech., lític., micác. alt. ferrugin. Lam. ond. incip. (lenticul.)		
23					Congl. fin. (cantos de 3-4 cm). Cuarzo lech., cuarc., argill., sub-red. mal selecc., en matriz de arn. grn. grs. a granul. sub-red.	Playa	
22					Masivo, compacta.		
21					Superficie de Erosión	Marino Costa Afuera	
20					Arcill. gris osc. alt ferrug., azufrosas, del Gpo. Talara.		



Esc.: 1/100

(?). Las areniscas son de grano grueso a conglomerádicas, subanguloso, con laminación oblicua en festones. Esta sección deposicionalmente engloba una amplia gama de ambientes sedimentarios, reconociéndose conglomerados y areniscas de playa, barras costeras, canales de marea y areniscas de frente superior de playa con delgadas intercalaciones de lutitas de bahía o lagunares (Láminas V).

QUEBRADA NEGRITOS

Se han medido secciones correspondientes a afloramientos parciales de los miembros inferior y medio.

La unidad inferior, de + 70 m de espesor (no aflora el contacto con la formación Talara), consiste en conglomerados y areniscas de grano medio a grueso, las mismas que se encuentran a manera de capas lenticulares gruesas y masivas, depositadas en ambientes de frente superior de playa, barras costeras y canales de marea.

El miembro medio consiste en intercalaciones delgadas

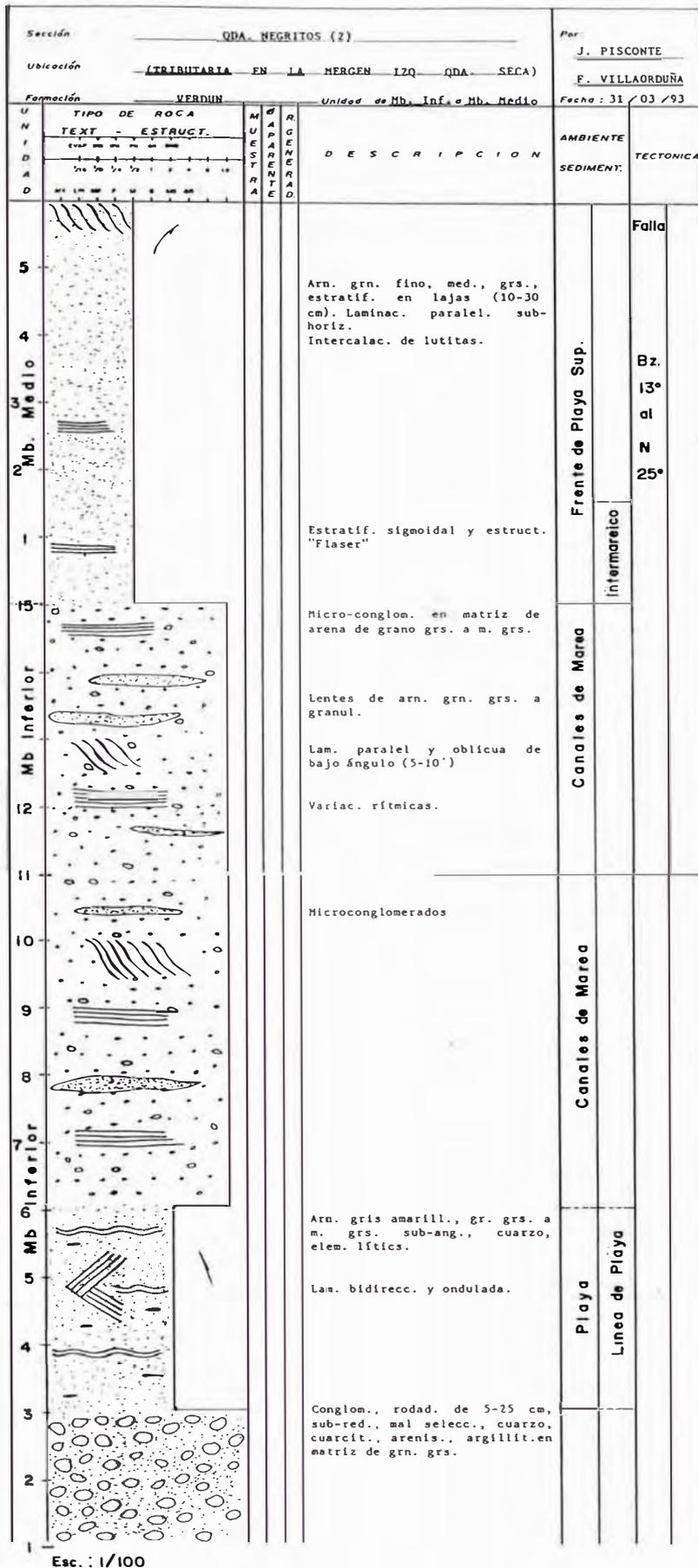
Sección		QDA. NEGRITOS (1)		Por		
Ubicación		(TRIBUTARIA EN LA MARGEN IZQ. DE LA QDA. SECA)		J. PISCOENTE F. VILLARDUÑA		
Formación		VERDUN		Fecha: 31/03/93		
U N I D A D	TIPO DE ROCA TEXT - ESTRUCT.	M U L T I E S T R A T I F I C A D O	R E G I S T R A D O	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE SEDIMENT.	TECTONICA
19				Arns. grn. grs. granul. sub-red., cuarzo lech., reg. selecc. Cuerpo lenticul. Lam. ondul.		
18				Imbricación de cantos de E hacia O.		
17				Colorac. se hace rojiz. (oxid. de fe.) Cantos caótilcos, sin imbric.		
16				Conglom. gris claro, rodados 10-40 cm, sub-redond. de cuarzo lech., cuarcit. arenis. litcs.	B a r r o	
15				Laminac. oblfuca (5-10°) bi-direccional.		
14				Micro-congl., rodad. sub-red. a redond., cantos de cuarzo lech., cuarcit. argill., lític. (hasta 10 cm) cmt. calc. Imbricac. de E hacia el O. Estratíf. sigmoidal.		
13				Arn. beige, grn. grs. a m. grs. sub-red. a sub-ang. cuarzo lech., cuarcit., lític., mal selecc.	F de Pl. Sup.	
12				Laminac. ondulada.		
11						
10						
9					F. Pl. Sup.	
8				Micro-conglom. (incluye cantos hasta de 10cm). Cuarzo lech. cuarcita, lític., reg. selecc. Lam. ondul (tope) y oblfuca (20-24°)	B a r r o	
7				Conglom., cantos sub-red., reg. selecc.	B a r r o	
6				Micro-conglom. sub-ang. sub-red. regul. selecc.		
5				Arns. gris claro, grn. med. a grs. sub-red., reg. selecc. (aislad. rodads. de 3 cm, lam. ondul.)	F. Playa Sup.	Bz 17° N 35° E
4				Cubierto		
3				Micro-conglom., cantos sub-red. Cuarzo, cuarcita, arenis., argill. Grano creciente (rítmico), reg. selecc. Matriz arenis. granul., laminac. ondulad, lam. paralela y oblfuca hacia el tope.	B a r r o	
2				Arn. granul. sub-ang., sub-red. regul. selecc. (matriz aren.). Lam. ondulada.		
1				Arn. beige, grn. med., sub-ang. sub-red., bien selecc. Lam. ondul.	F de Pl. Sup.	

Esc. : 1/100

Sección		QDA. NEGRITOS (1)		Per:	
Ubicación		(TRIBUTARIA POR LA HARGEN IZQ. DE LA QDA. SECA)		J. PISCONTE F. VILLALORDUÑA	
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Inf. a	
UNIDAD	TIPO DE ROCA TEXT. - ESTRUCT.	MAGNITUD	DESCRIPCION	AMBIENTE	
				SEDIMENT.	TECTONICA
39			Lam. paralela	Canales de Marea (Alta Energía)	
38			Conglomerados, y lentes de arenisc. con lam. paralel.		
37			Imbric. de cantos; de NNE a SSO		
36			Arn. grn. fino, med. a grs., sub-ang., bien selecc. Cuarzo líticos, micácea, carbonosa. Lam. paralel., ondul., bi-direccional.		
35			Lam. oblicua. oblicua.	Playa	Línea de Playa
34			Arn. grn. grs., sub-ang. bien selecc. algo friable. Lam. ondulada incíp.	Playa	Línea de Playa
33			Arn. grn. med., su-red. laminac. paralel. Hacia el tope estruct. de flujo.	Playa	Línea de Playa
32			Interc. lut. gris, carbonos. (restos de plantas), micro-micac. azufrosas.	Playa	Línea de Playa
31			Arn. grn. grs. a m. grs. sub-ang. Lam. paralel.	Playa	Línea de Playa
30			Micro-conglom. Lam. ondul. incíp., irregul.	Playa	Línea de Playa
29			Arn. beige, grn. grs., sub-red., bien selecc. Lam. paralel. y ondul.	Playa	Línea de Playa
28			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
27			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
26			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
25			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
24			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
23			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
22			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
21			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa
20			Cantos y bloques de areniscas.	Playa	Línea de Playa

Sección		QDA NEGRITOS (1)		Per.		J. PISCOENTE	
Ubicación		(TRIBUTARIA EN LA MARGEN IZQ. DE QDA. SECA)		F. VILLAORDUÑA		Fecha: 31/03/93	
Formación		VERDIN		Unidad de Mb. Inf. #			
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A R E N E R A D	D E S C R I P C I O N	AMBIENTE		TECTONICA
	TEXT.	ESTRUCT.			SEDIMENT.		
59				Algunos elementos líticos y ferruginosos.	Canal de Marea	Bz. 20° al N50°	
58				Restos de conchas			
57				Imbric. de cantos de E hacia el O.	Playa (Transc. a f. de Playa Superior)	Bz. 35° al N70°	
56				Arn. gris clara, amarillenta, grn. med. grn. sub-ang. # sub-red., regul. selecc. cuarzo, líticos, micas. Delgad, intercal. de lutitas. Lam. paralel. hacia la base ondulad. y paralel. sub-hrz. hacia el tope.			
53				Lamin. paralela.	Linea de Playa		
52				Micro-congl., rodad. sub-red. de cuarzo, cuarc., arenisc., reg. selecc., matriz arenosa de grn grueso.			
51				Lam. bidirecc. hacia el tope.			
50				Lam. ondulad.	Canales de Marea		
49				Conglom. rodados hasta de 20 cm, de cuarcit., argill. Cuarzo. Matriz aren. granulas, cuarzo lech., cmt. calcáreo.			
48				Grano-decreciente hacia el tope (gradac. rítmicas).			
47				Lentes de arns. grn. med. a grs. Lam paralel.			
45							
43							
42							
41							
40							

Sección		QDA. NEGRITOS (1)			Por:		J. PISCONTE		
Ubicación		(TRIB. EN LA MARGEN IZQ. DE LA QDA. SECA)			F. VILLAORDUÑA				
Formación		VERDUN			Unidad de Mb. InF. o		Fecha: 31 / 03 / 93		
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A P A R E M E N T E R E A	R E G I S T R O	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E	T E C T O N I C A	S E D I M E N T O	
	TEXT - ESTRUCT.								
69									
68									
67									
66									
65									
64									
63		- Cubierto -							
62									
61				Conglom. rodad. de 1 a 5 cm. Matriz aren. granul de cuarci- ta, aren., argill., restos de conchas.		Canal de Mareas			
60									



Esc. : 1/100

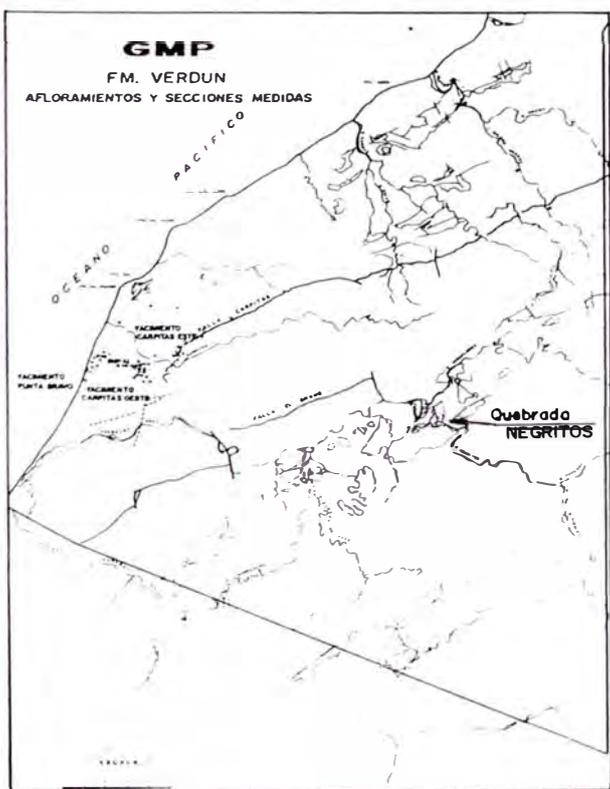
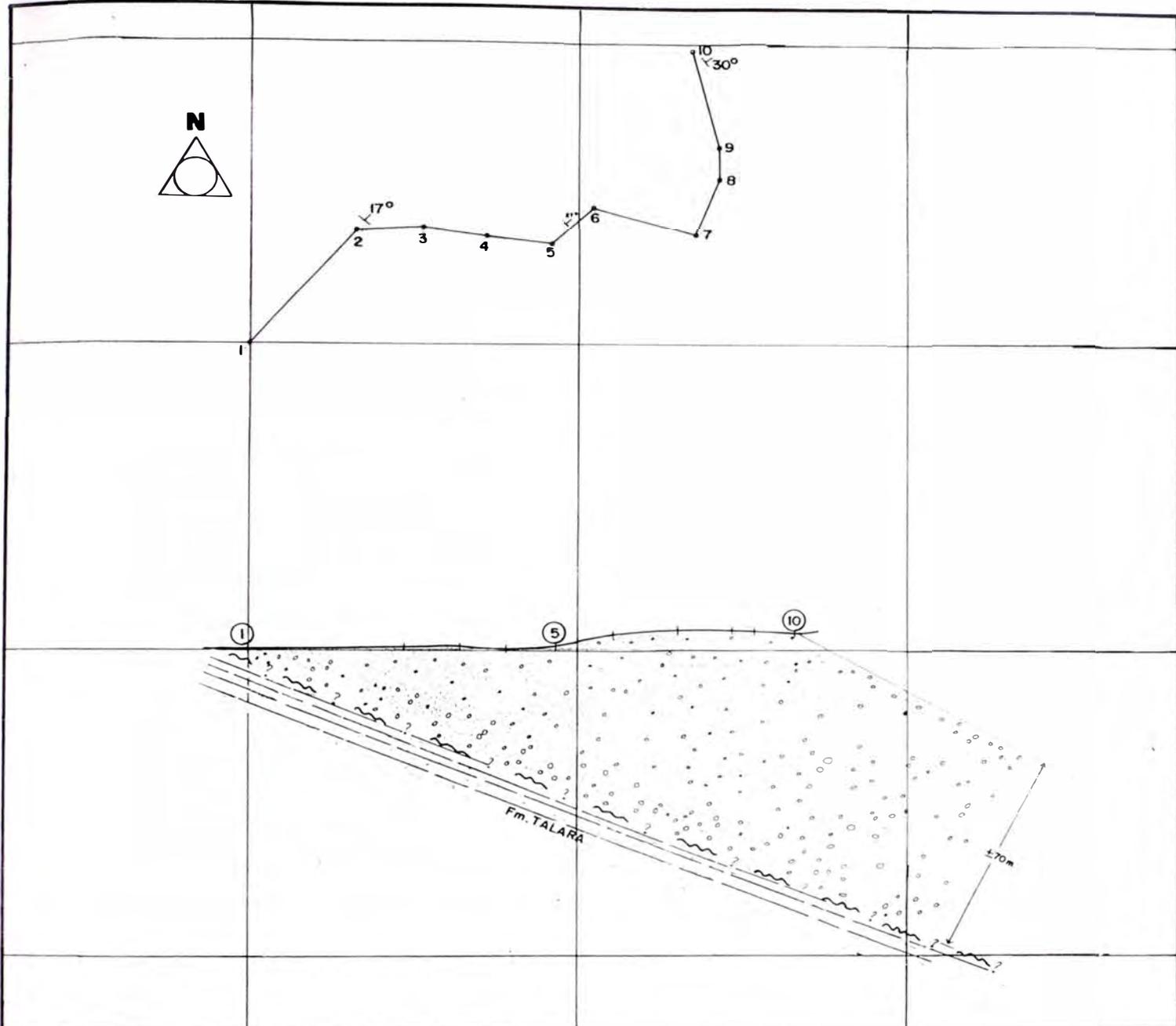


Fig. II

		GMP S.A.	
Fm. VERDUN			
SECCION ESTRATIGRAFICA MEDIDA EN LA QDA. NEGRITOS 6a			
Autor: Fredy Villaorduña A.		Fecha: Lima, Octubre 1993	PLANO N°
Aprobado: Fredy Villaorduña A.		Dibujo: R. CALVO G.	

de areniscas de grano fino, medio a grueso, y lutitas grises, micáceas y carbonosas hacia el tope, las mismas que se han depositado en un ambiente de frente superior de playa. Su espesor es de + 26 m (su parte superior se encuentra cubierto). (Fig. 11 y Láminas VIa y VIb).

QUEBRADA MIRAFLORES

Se ha medido una sección parcial del miembro inferior de la Formación Verdún, Consiste en + 26 m (su parte superior se encuentra cubierto) conglomerados y areniscas de ambientes de playa, barras litorales y frente superior de playa. Esta unidad se encuentra sobreyaciendo a lutitas de la formación Talara sobre una superficie discordante de tipo erosiva y angular de bajo ángulo.

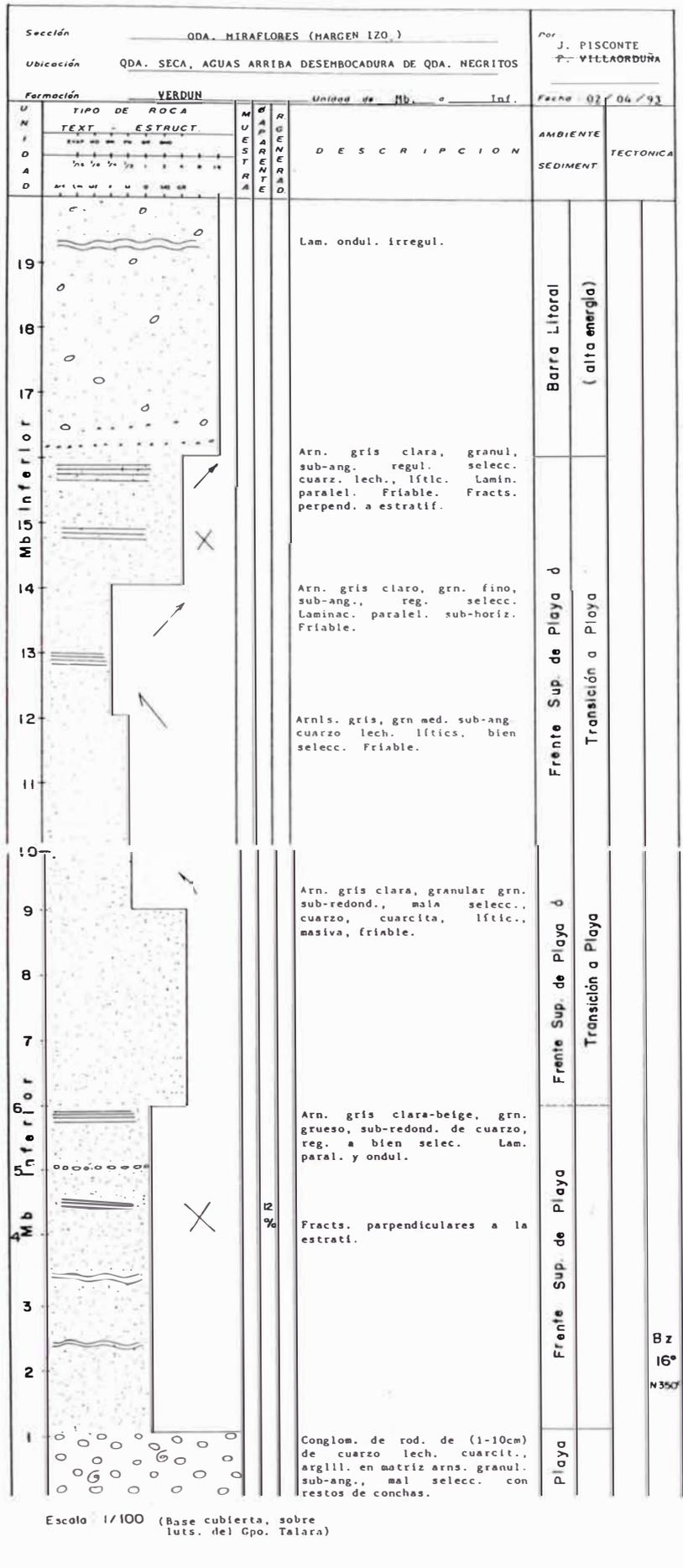
El miembro medio, de 90 m de espesor, está representado por una sección de lutitas grises, micromicáceas y carbonosas, las mismas que corresponden a un ambiente marino cercano a la costa. El miembro superior está constituido por areniscas de grano grueso y medio a manera de lechos delgados (10

Sección		QDA - MIRAFLORES - HARGEN-DEBECHA		Por:		
Ubicación		QDA. SECA, AGUA ARRIBA DE LA DESEMBOLCADURA DE QDA. NEGRITOS		J. PISCONTE F. VILCAORDUNA A. PARDO		
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Medio		
Fecha		27 / 03 / 93				
U N I D A D	TIPO DE ROCA TEXT - ESTRUCT.	M U E S T R E A	R E G I S T R A D O	DESCRIPCION	AMBIENTE SEDIMENT.	TECTONICA
19			15 %	Arn. beige, gris claro, grn. muy grs. a granul. sub-ang. a sub-red., reg-selecc. cuarz. lech., cuarcit., mica blanca, cement. calcáceo. Hacia la base intercalan lechos lentic. de lutitas y conglom.	Frente Playa Sup.	Bz 25° N
17			Laminac. ond., irreg. Laminac. sub-horizontal y oblicua.			
14			Intercalac. Arns. gris claro, grn. grs. a m. grs., sub-ang. sub-red. cuarzo, micas incrementan de espesor intercalan lechos adicionales hacia el NE.	Troncal. Fr. Playa Inf.		
10			Forams. (Plectofrondicularia Sp.)			
8			Lut. gris parduscas, algo compactas, con intercalac. muy finas de arens. gr. fino y limolitas grises.	Marg. Somero, cercano a la Costa	Bz 14° NO	

Escala 1/100

Sección fallada en la base
(faltan 20 m. aprox.)

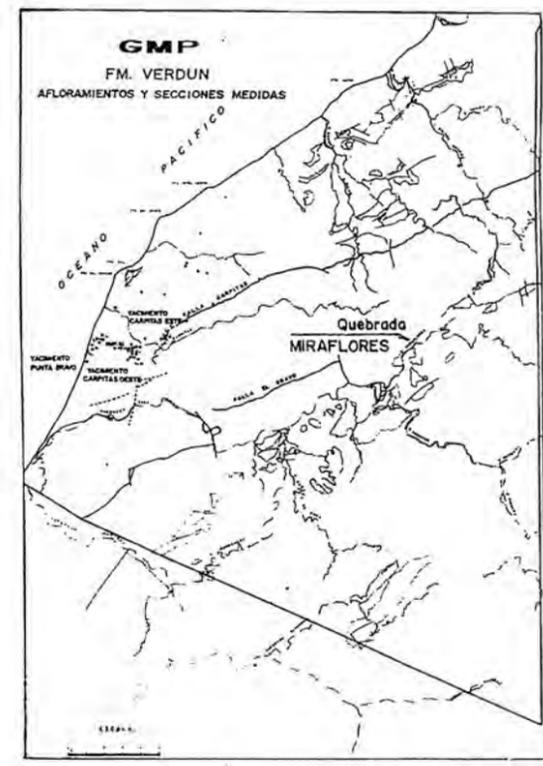
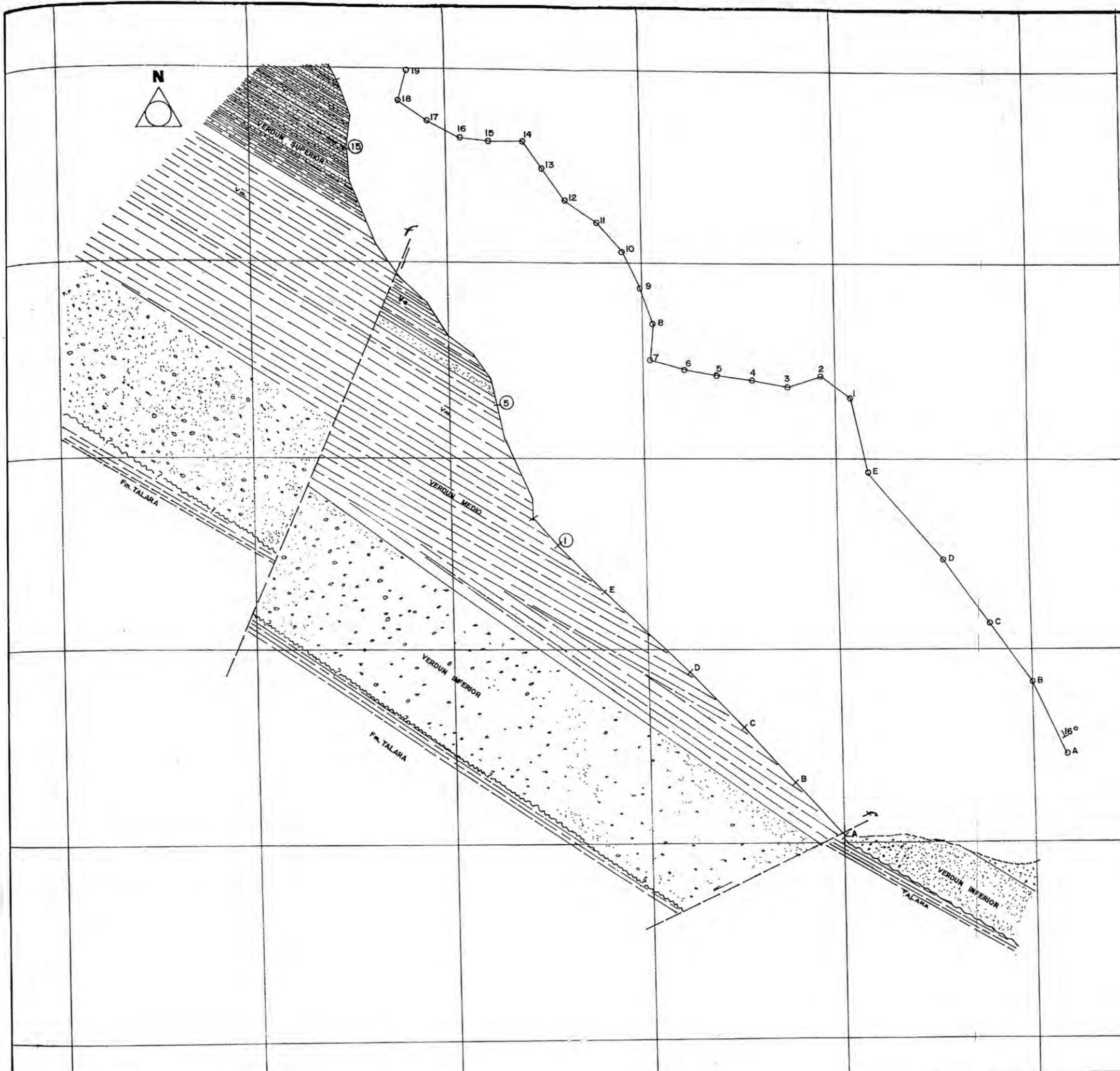
Sección		QDA. NIRAFLORES, (MARGEN DERECHA)			Por:		J. PISCOYTE F. VILLARDUNA A. PARDO		
Ubicación		QDA. SECA, AGUAS ARRIBA DE DESENBACAD. QDA. NEGRITOS			Fecha:		27 / 03 / 93		
Formación		VERDUN			Unidad de Mb.		Meda Sup.		
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A P A S E R E N T E R A	R E G I S T R A D	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E	S E D I M E N T.	T E C T O N I C A	
	TEXT. ESTRUCT.								
8				Tope en contacto (cubierto) con la Fa. Chira.					
7				(Farallón de difícil acceso)					
6									
5				Siguen aprox. 75 m. de intercalac.					
4				Arns. grises, gr. fino a med., sub-ang., bien selec., laminación paral. sub-horiz., ondulad., inclinada de bajo ang. y ocasional. estrat. cruzd.					
3				Lechos de 10-15 cm. con mold. de carga en la base.					
2				Lut. grises, micáceas, carbonosas, bien laminadas.					
1									
21									
20									



Escala 1/100 (Base cubierta, sobre luts. del Gpo. Talara)

Bz 16° N350'

Sección		QDA. MIRAFLORES, MARGEN IZQ.		Por		J. PISCONTE	
Ubicación		QDA. SECA, AGUAS ARRIBA DESEMBOCADURA DE QDA. NEGRITOS		F. VILLAORDUÑA		Fecha	
Formación		VERDUN		Unidad de Mb. Inf. a		02/04/93	
UNIDAD	TIPO DE ROCA		MARGEN	ESTRAT.	DESCRIPCION	AMBIENTE	
	TEXT.	STRUCT.				SEDIMENT.	TECTONICA
29							
28		- C -			(Cubierto)		
27							
26							
25							
24					Microconglomerado de rodads. sub-redond. de cuarzo lech., cuarcits. argill., lític., regul. selecc. Matriz de arn. granul. de cuarzo, líticos. reg selecc. cemento ferruginoso.		
23					Lam. ondul.		
22					Lam. bi-direcc. de bajo ángulo.		
21							
20							



GMP **GMP S.A.**

Fm. VERDUN
SECCION ESTRATIGRAFICA MEDIDA EN LA QDA, MIRAFLORES

0 50 mts. 100 mts.

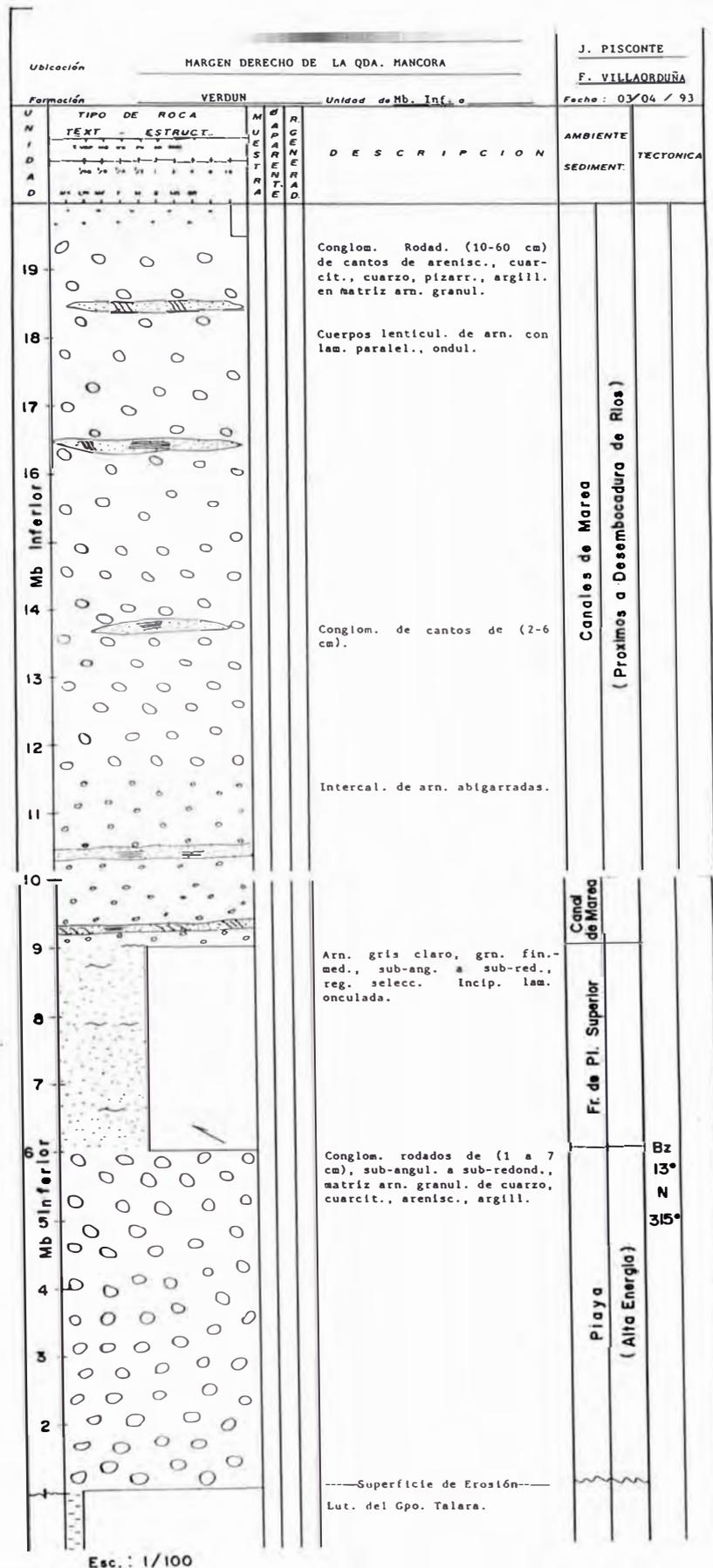
Autor: Fredy Villaorduña A. Fecha: Lima, Octubre 1993 PLANO N°
Aprobado: Fredy Villaorduña A. Dibujo: R. CALVO G.

FIG. 12

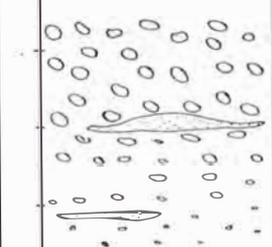
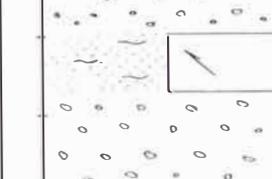
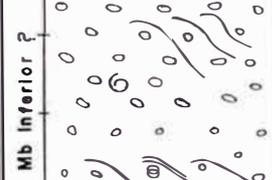
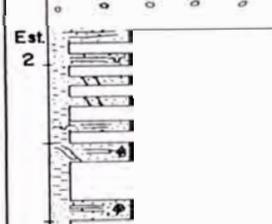
a 15 cm), con laminaciones oblicuas de pequeña escala y ondulada, de ambiente de frente de playa. Este miembro tiene un espesor de 75 m (Fig.12 y Láminas VII).

QUEBRADA MANCORA (LOCALIDAD DE BARRANCOS)

La sección representativa del miembro inferior de la Formación Verdún en esta localidad reposa discordante (superficie de erosión) sobre lutitas de la Formación Talara. Está constituido por conglomerados de cantos de tamaño variado, subredondeados, de cuarcitas, areniscas verdosas, cuarzo lechoso, en matriz arenosa granular, con restos de conchas de ambiente de playa, y areniscas grises de grano fino a medio, subangular, de regular selección y laminación ondulada, de ambiente de frente superior de playa. El espesor medido es de + 60 m (su parte superior es inaccesible). (Láminas VIII).



Esc.: 1/100

Sección		BARRANCOS		Per:		
Ubicación		MARGEN IZQUIERDO QDA. HANCORA		J. PISCOENTE		
Formación		VERDUN		P. VII-LADRUJINA		
		Unidad de Mb. Inf. a		Fecha: 03/04/93		
U N I D A D	TIPO DE ROCA		M A R G E N I Z Q U I E R D O	D E S C R I P C I O N	A M B I E N T E	T E C T O N I C A
	TEXT.	ESTRUCT.				
				Debido a la inacces. no se pudo continuar medic., estimándose un espesor aprox. de 60 mts. hasta la cima del cerro.		
				Conglom. de rodados de aren., argill., cuarcits. Cuarzo, de 30-40 cm. Lentes de arn. granular.	C a n a l d e M a r e a	B a r r o
				Arn. de grn. grs. incip. laminac. ondulad.		
				Arn. grn. grs., sub-ang. a sub-redond. Lam. ondul. incipiente.	C a n a l e s d e M a r e a	B z. 9° a l N 210°
				Conglom. rodados hasta de 10 cm, sub-redond. a redondeads., matriz arn. granular. Frag. de conchas.		
				Lam. oblicua, tabular hacia el NO.		
				Lut. verd., micro-micác., micro-carbon., e intercal. arn. y limolitas.	B a h i a, T r a n s i c i o n d e P l. S u p.	B z. 13° a l N 330°
				Arn. grn. fino, micác. carbonosas, restos de plantas bioturba. vertical. Lam. paralel. y ondul. en techos de 10-20 cm. Estruct. de flujo.		

7.2. ENSAYO DE RECONSTRUCCION DE LA HISTORIA DEPOSITACIONAL DE LA FORMACION VERDUN

La sedimentación de la secuencia correspondiente a la Formación Verdún tiene como antesala a un episodio tectónico de suma importancia, ésta se asocia a la Fase Inca de la Orogenia Andina, ocurrida a fines del Eoceno Medio, la misma que ha sido la responsable del intenso fallamiento, principalmente de tipo normal, configurando estructuras a manera de "bloques" y de repeticiones formacionales; estando relacionadas estas últimas a fallamiento sucesivo de bajo ángulo.

Un período de erosión intenso "barre" parcialmente los niveles superiores de la Formación Talara, dejando un relieve muy irregular sobre el que se depositan sedimentos que conforman lo que hoy conocemos como Formación Verdún.

La deposición se inicia bajo un régimen de control transgresivo en donde grandes aportes fluviales procedentes principalmente del Este son tomados por el mar, el mismo que los retrabaja y distribuye según la dirección de las corrientes que predominantemente actuaban de NE a SW, depositándolos en ambientes que

van desde línea de playa, playa intermaréica y de barras litorales cortadas por canales de marea. A medida que se desarrollaba la transgresión, la cuenca fue ocupando posiciones que corresponden a ambientes que varían entre bahía, mar abierto y frente superior de playa.

Pequeñas oscilaciones de la cuenca invierten la tendencia general transgresiva, dando lugar a una sedimentación bajo un régimen hidrodinámico regresivo, depositándose en tales condiciones sedimentos de facies que corresponden a ambientes más someros.

Finalmente, el mar - paulatinamente - va a retomar su tendencia general original, esto es, transgresión que hará que la deposición se desarrolle en ambientes de aguas cada vez más profundas, culminando de esta manera la sedimentación del "ciclo" Verdún e iniciándose la depositación de sedimentos arcillosos correspondientes a la Fm. Chira.

7.3. TENDENCIAS SEDIMENTARIAS EN LA FORMACION VERDUN

Tanto a partir de información de subsuelo proveniente de los yacimientos del Campo Petrolífero de Carpitás como de afloramientos ubicadas en áreas vecinas a éstos se observa el desarrollo de tres unidades dentro de la Formación Verdún. Cada una de éstas presenta características muy distintivas; en ellas se verifican variaciones considerables en espesor y litología siendo su significación en algunos casos de carácter muy local y en otros, de alcance mayor.

El miembro inferior, constituido principalmente por cuerpos de areniscas y conglomerados marinos con buenas a excelentes características de roca reservorio, presenta sus mejores y mayores desarrollos en los afloramientos ubicados en la margen izquierda de la Quebrada Seca, a aproximadamente 4 Km al Sureste de la Falla El Bravo.

El mayor espesor medido es de 70 m en la Quebrada Negritos, el mismo que, con toda seguridad, debe

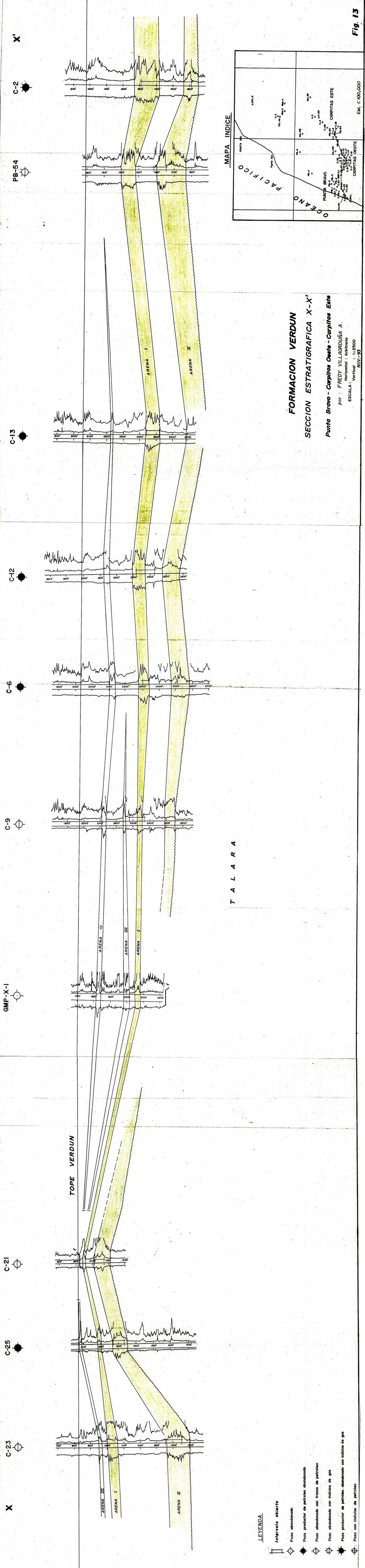
llegar a más, puesto que no aflora su base y su parte superior se halla parcialmente cubierta. Secciones de características similares pero incompletas se han medido en las Quebradas Miraflores, Cabeza de Vaca y Máncora, en los que se observa cierta imbricación de cantos orientados predominantemente de NE a SW; de modo similar ocurre con las direcciones de algunas estructuras sedimentarias, lo que sugiere que la tendencia principal de la permeabilidad horizontal debe responder a esta dirección (dirección de las corrientes marinas en el momento de la deposición). Cierta tendencia de engrosamiento de capas se desarrolla hacia el Este y Sureste, y los adelgazamientos y/o acuñaientos, hacia las direcciones opuestas.

En el contexto del Campo Petrolífero de Carpitás, el miembro inferior acusa variaciones de espesor y de "calidad de arenas a muy cortas distancias. En el yacimiento Carpitás Oeste hay una tendencia de engrosamiento hacia el Sureste y de adelgazamiento (localmente) hacia el Oeste y Noroeste.

La correlación estratigráfica confeccionada uniendo los tres yacimientos muestra claramente que entre los yacimientos Punta Bravo y Carpitas Oeste el desarrollo de este miembro es muy pobre, ya que el mismo, en el yacimiento Punta Bravo, muestra una tendencia de adelgazamiento hacia el Este y en el yacimiento Carpitas Oeste, hacia el Oeste (Fig.13).

El miembro medio, tal y como se le encuentra en los afloramientos y en los pozos, presenta un espesor muy variable (no ha sido posible precisar los verdaderos espesores debido a que generalmente las secciones expuestas se encuentran muy falladas), mostrando una litología que cambia rápidamente (a cortas distancias y sin mostrar una clara tendencia de las direcciones en las que ocurren los cambios). Sólo en las Quebradas Pilar y Negritos consisten en una alternancia de areniscas de grano fino, medio a grueso, con limolitas y lutitas. En la Quebrada Miraflores y en la localidad de Punta Sal Grande, esta unidad está constituida predominantemente por lutitas. Las características descritas y su carácter difícilmente predecible (sólo

en algunos lugares presenta cierta alternancia de areniscas con regulares posibilidades de constituir potenciales rocas reservorio) no la hacen prospectiva. Las "arenas" del miembro superior, aunque generalmente se les encuentra en forma parcial en las secciones expuestas, evidencian una tendencia de incremento de espesores de Oeste a Este y Suroeste (de 10 m en Punta Sal Grande hasta 75 m en la Quebrada Miraflores). Las areniscas de este miembro constituyen los reservorios principales en los yacimientos de Carpitás Este y Carpitás Oeste, observándose una tendencia de adelgazamiento hacia el Oeste a tal punto que en el yacimiento Punta Bravo aparece con un espesor exiguo y con características petrofísicas que no la acreditan como una roca reservorio potencial (Fig. 13).



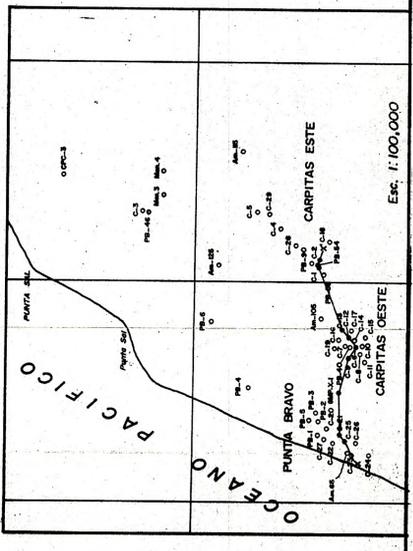
FORMACION VERDUN
SECCION ESTRATIGRAFICA X-X'
Punta Bravo - Carpititas Oeste - Carpititas Este

por: FREDY VILLARDOYUNA A.
 Horizontal: Arbitraria
 ESCALA: Vertical: 1:2500
 NOV.-93

- LEYENDA**
- ▬ Intervalo abierto
 - Pozo abandonado
 - Pozo productor de petróleo abandonado
 - ⊖ Pozo abandonado con trazas de petróleo
 - ⊕ Pozo abandonado con indicios de gas
 - ⊗ Pozo productor de petróleo, abandonado con indicios de gas
 - ⊘ Pozo con indicios de petróleo

T A L A R A

MAPA INDICE



8.0. GEOLOGIA DE HIDROCARBUROS

En el Campo Petrolífero de Carpitás y áreas vecinas la Formación Verdún - en términos generales - presenta características favorables para la acumulación y entrapamiento de hidrocarburos; los factores condicionantes de dicho entrapamiento son de carácter estratigráfico y estructural. Como ya se ha expuesto en acápites anteriores, la Formación Verdún está formada por tres unidades de segundo orden; éstas son: miembro inferior (basal), miembro medio y miembro superior. Las unidades superior e inferior han sido en términos generales - productivas. Se debe precisar que éstas muestran variaciones laterales considerables (a cortas distancias) en sus características sedimentarias y, por ende, en la calidad de los reservorios. Prueba de ello es el hecho de que las "arenas" del miembro superior han sido productivas sólomente en los yacimientos de Carpitás Oeste y Carpitás Este, y no así en el yacimiento Punta Bravo; en este último muestran características petrofísicas y geométricas desfavorables por lo que no

son prospectivas. El miembro inferior (basal), de modo similar, acusa una importante variación lateral. Este miembro ha sido productivo en los yacimientos Carpitas Este y Punta Bravo y no así en el yacimiento Carpitas Oeste. En casi todos los pozos de este yacimiento la unidad inferior presenta características poco favorables desde el punto de vista de reservorio, excepto en el pozo C-15 ubicado en el extremo sureste del yacimiento en mención, en donde muestra buen desarrollo.

<i>FORMACION VERDUN</i>	<i>YAC. PUNTA BRAVO</i>	<i>YAC. CARPITAS OESTE</i>	<i>YAC. CARPITAS ESTE</i>
<i>Miembro Superior</i>	<i>No es Prospectivo (No Produce)</i>	<i>Productivo</i>	<i>Productivo</i>
<i>Miembro Medio</i>	<i>No es Prospectivo</i>	<i>No es Prospectivo</i>	<i>No es Prospectivo</i>
<i>Miembro Inferior</i>	<i>Productivo</i>	<i>No es Productivo</i>	<i>Productivo</i>

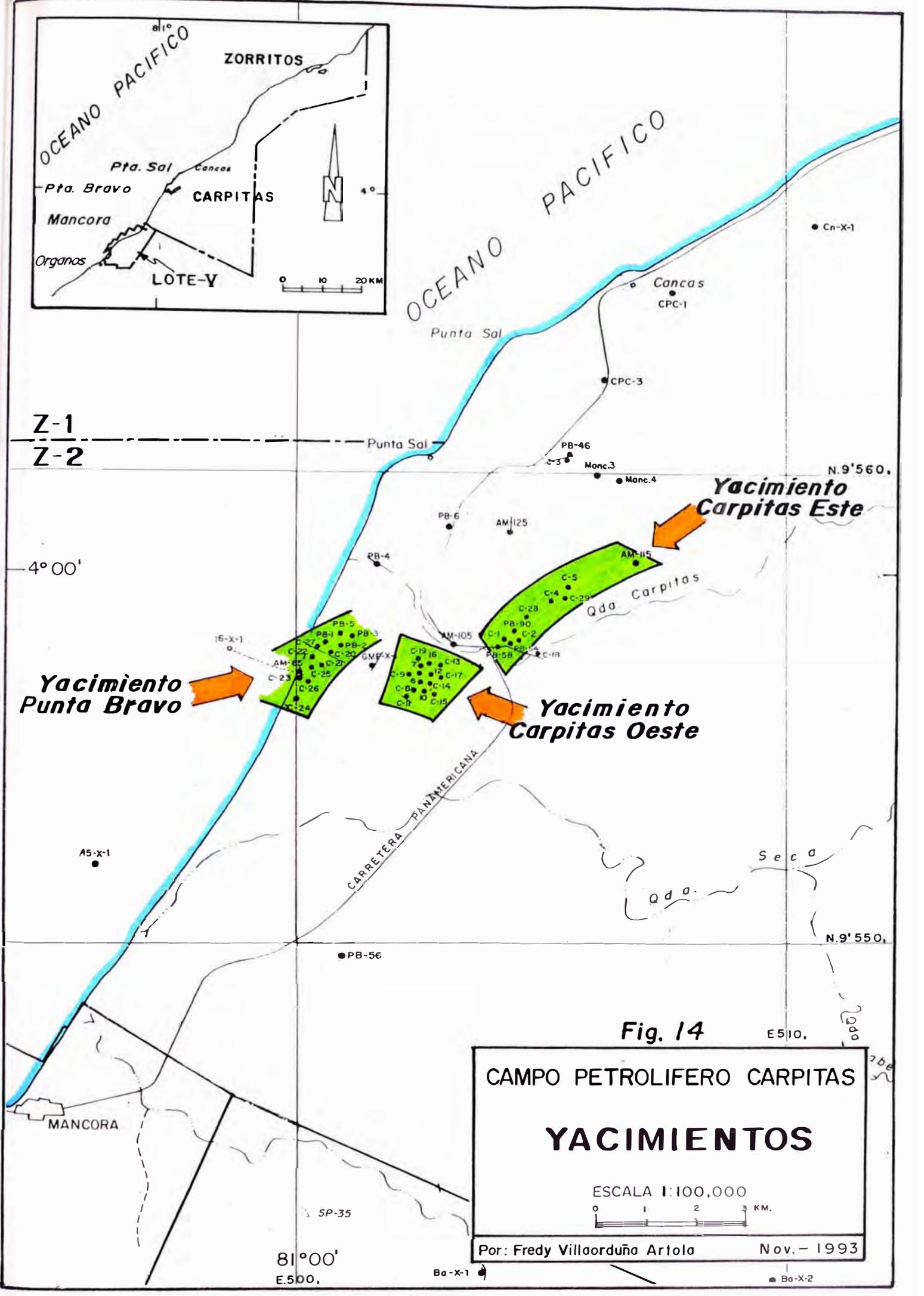
Los resultados de los trabajos de campo realizados en el área abren importantes posibilidades prospectivas

en áreas ubicadas al Sureste del Campo Petrolífero de Carpitás en las que se espera encontrar mejores desarrollos de los miembros inferior y superior.

De ser acertada la interpretación de los datos sísmicos y si a través del mismo se descubren estructuras favorables para la acumulación, entrampamiento y preservación de hidrocarburos, estaríamos frente a interesantes prospectos en los que se conjugarían positivamente los factores estratigráficos y estructurales para el objetivo Verdún.

En total, entre los tres yacimientos(Fig. 14) se han perforado 37 pozos los mismos que fueron ejecutados en varios períodos y/o etapas comprendidas entre los años 1938 y 1970; del total de pozos perforados 20 resultaron ser productores, ésto es, el 54 %, alcanzando una producción acumulada de 337 MBls.

Se debe precisar que muchos de los pozos productores (aproximadamente el 30 %) han sido abandonados antes



Z-1
Z-2

**Yacimiento
Punta Bravo**

**Yacimiento
Carpititas Oeste**

**Yacimiento
Carpititas Este**

Fig. 14

CAMPO PETROLIFERO CARPITAS

YACIMIENTOS

ESCALA 1:100,000

0 1 2 3 KM.

Por: Fredy Villaorduña Artola Nov. - 1993

81°00'
E.500.

N.9°550.

E510.

Nov. - 1993

de llegar a su agotamiento, por lo que sus producciones acumuladas no representan necesariamente sus potenciales reales. Lamentablemente existe muy escasa información que nos permita ponderar el estado actual de los mismos.

Además del total de pozos ya mencionados se han perforado algunos pozos exploratorios que han cortado a la Formación Verdún y algunos objetivos más profundos. Los resultados en éstos no han sido satisfactorios debido a una serie de factores geológicos tales como "baja" calidad de las "arenas" cortadas y probadas, inadecuada posición estructural, etc. y de perforación; habiendo sido los más frecuentes los de índole mecánico.

8.1 YACIMIENTO PUNTA BRAVO

En este yacimiento se han perforado trece pozos de los cuales sólo cuatro resultaron ser productores.

La sección atravesada correspondiente a la Formación Verdún consta de tres unidades litoestratigráficas de segundo orden: una unidad areno - conglomerádica basal de espesor y características petrofísicas variables, seguida por una sección predominantemente arcillosa (miembro medio) que pasa gradualmente a la unidad superior, constituida por una secuencia alternante de areniscas y lutitas; la calidad de esta última es desfavorable y no constituye un reservorio.

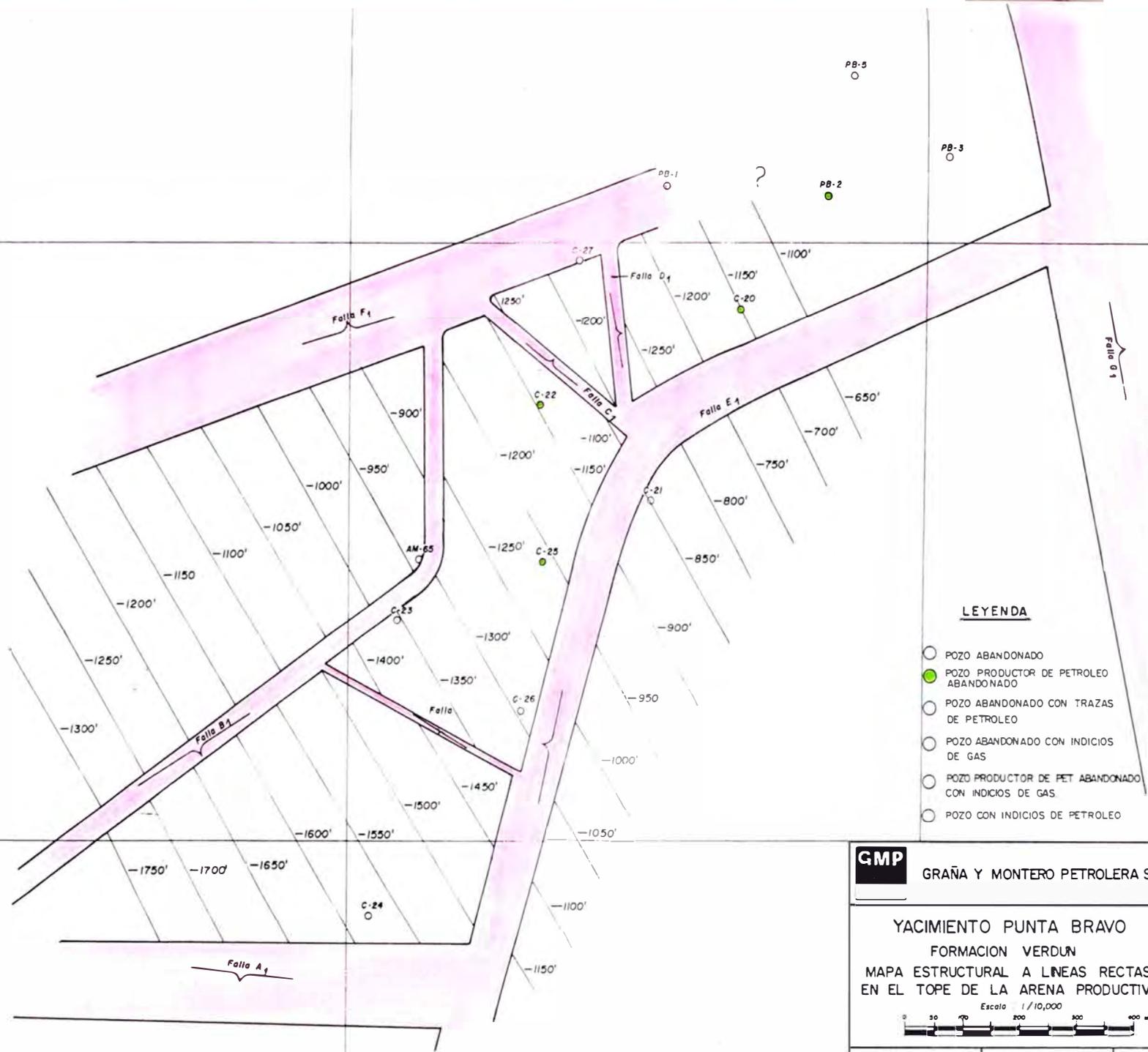
El nivel productivo lo constituye la unidad inferior (basal), la misma que es la responsable de la producción de petróleo en este yacimiento.

-LIMITES DEL RESERVORIO

Entre los factores condicionantes del entrapamiento hidrocarburífero en este yacimiento, el más importante ha sido el tipo estratigráfico; el factor estructural no ha sido determinante puesto que la zona de mayor producción no coincide con las estructuras más

levantadas. No es posible hacer mayores precisiones puesto que el número de pozos con información adecuada es insuficiente.

Si consideramos los accidentes estructurales que limitan los "bloques", el límite estructural Este lo constituye la Falla G1, con buzamiento hacia el E. El límite Noroeste lo constituye la falla F1, con buzamiento hacia el NW, y por el Sur el límite estructural lo constituye la falla A1, que define juntamente con la falla Carpitas un bloque hundido (Fig. 15). Tomando en cuenta el área de mayor producción, de mejor distribución del horizonte productivo y los límites estructurales señalados, el área estimada para fines de calculo de reservas es de aproximadamente 90 acres.



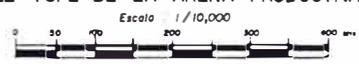
LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO PRODUCTOR DE PET ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO CON INDICIOS DE PETROLEO



GRAÑA Y MONTERO PETROLERA S.A.

YACIMIENTO PUNTA BRAVO
FORMACION VERDUN
 MAPA ESTRUCTURAL A LINEAS RECTAS
 EN EL TOPE DE LA ARENA PRODUCTIVA



Por: Fredy Villacorduña A. Fecha: Lima, Noviembre 1993

Fig. 15

8.2 YACIMIENTO CARPITAS OESTE

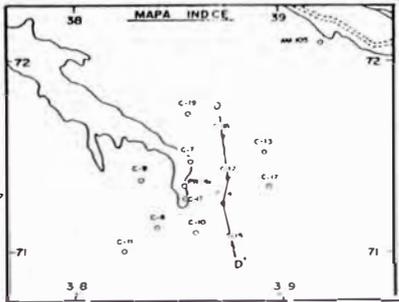
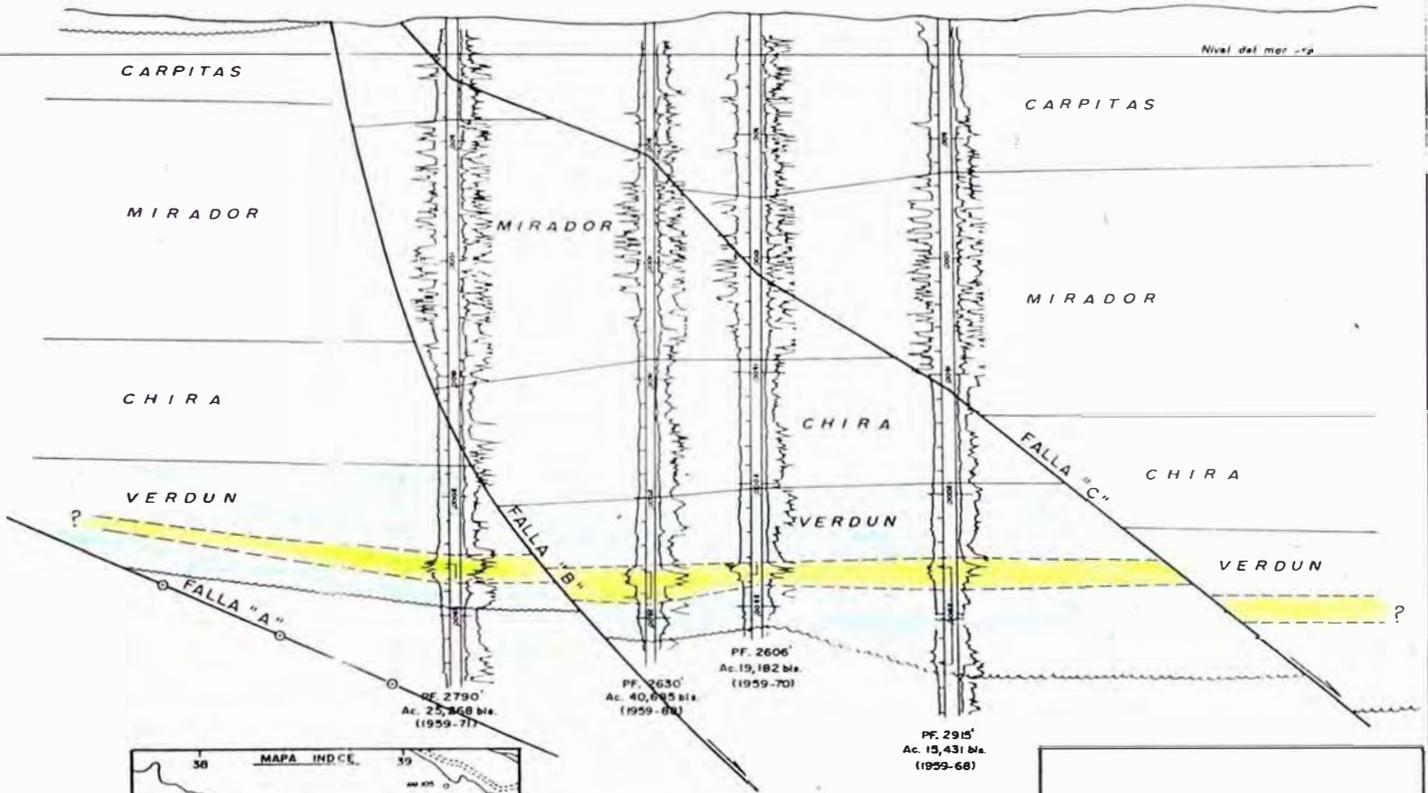
En este yacimiento se han perforado un total de 14 pozos de los cuales 10 resultan ser productores. Aquí la Formación Verdún, en la mayoría de los pozos, muestra un desarrollo poco favorable de su miembro inferior, aunque hacia el Sureste se observa una mejora sustancial, llegando a constituir un reservorio potencial (pozo C-15)(Fig.16). Separado por una sección corta de lutitas (miembro medio) se tiene al miembro superior cuyas "arenas" son las responsables de la producción de petróleo en este yacimiento (Figs. 13,16,17 y 18).

-LIMITES DEL RESERVORIO

Los factores limitantes del reservorio son de tipo estratigráfico y estructural. El primero se verifica con mucha claridad ya que el intervalo correspondiente al reservorio (miembro superior) tiende a adelgazarse hacia el Oeste, con el consiguiente aumento en su contenido de arcillas (Fig. 13).

D'

C-16 Elev. 146' IPR. 71 bla.
 C-12 Elev. 116 IPR. 301 bla.
 C-14 Elev. 167' IPR. 47 bla.
 C-15 Elev. 140' IPR. 30 bla.



YACIMIENTO CARPITAS OESTE

SECCION ESTRUCTURAL

D - D'

ESCALA : 1/10,000

F.V.A.

Fig. 16

● Pozo productor de petroleo abandonado
 ● Pozo productor de petroleo abandonado con indicios de gas

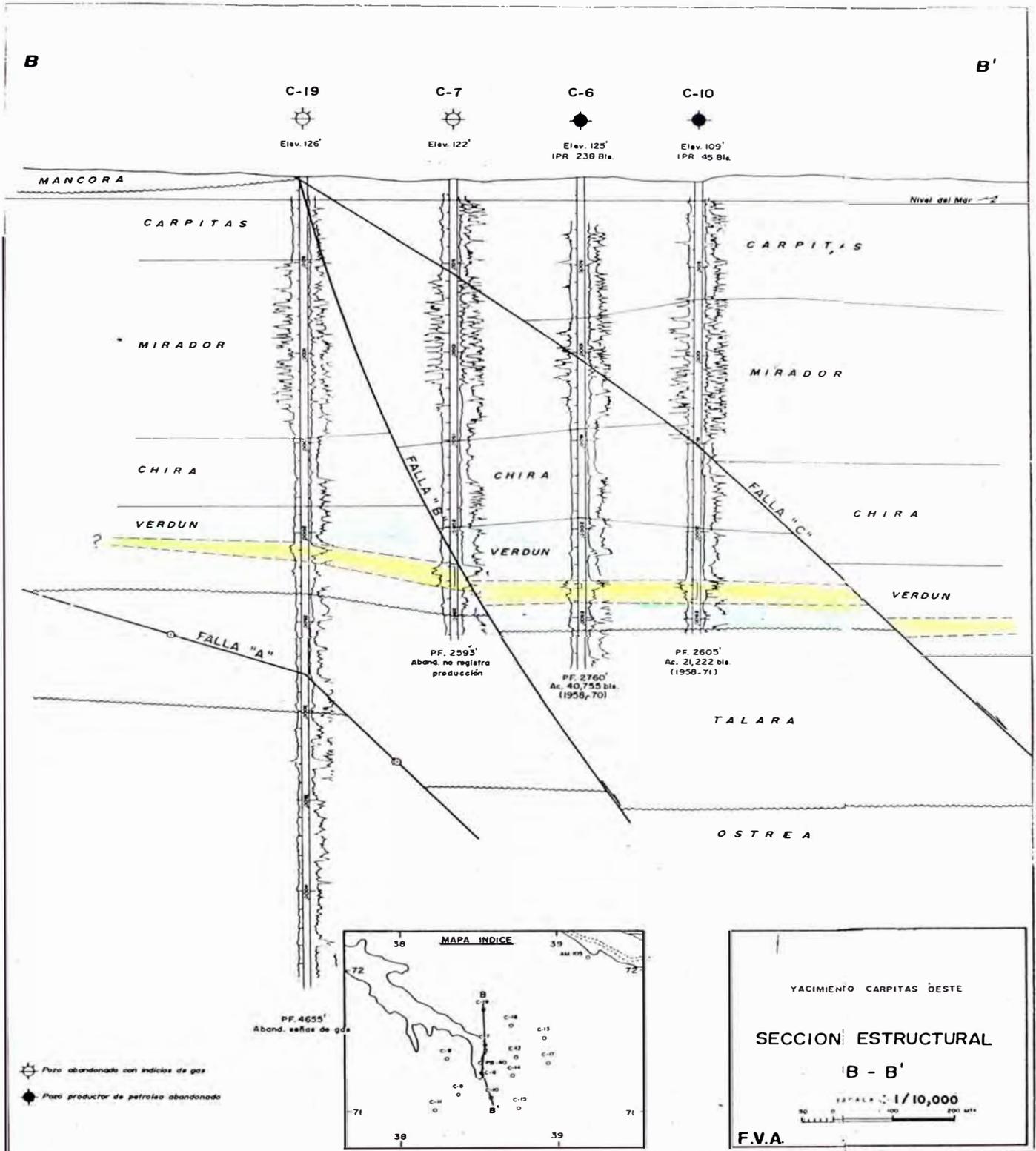
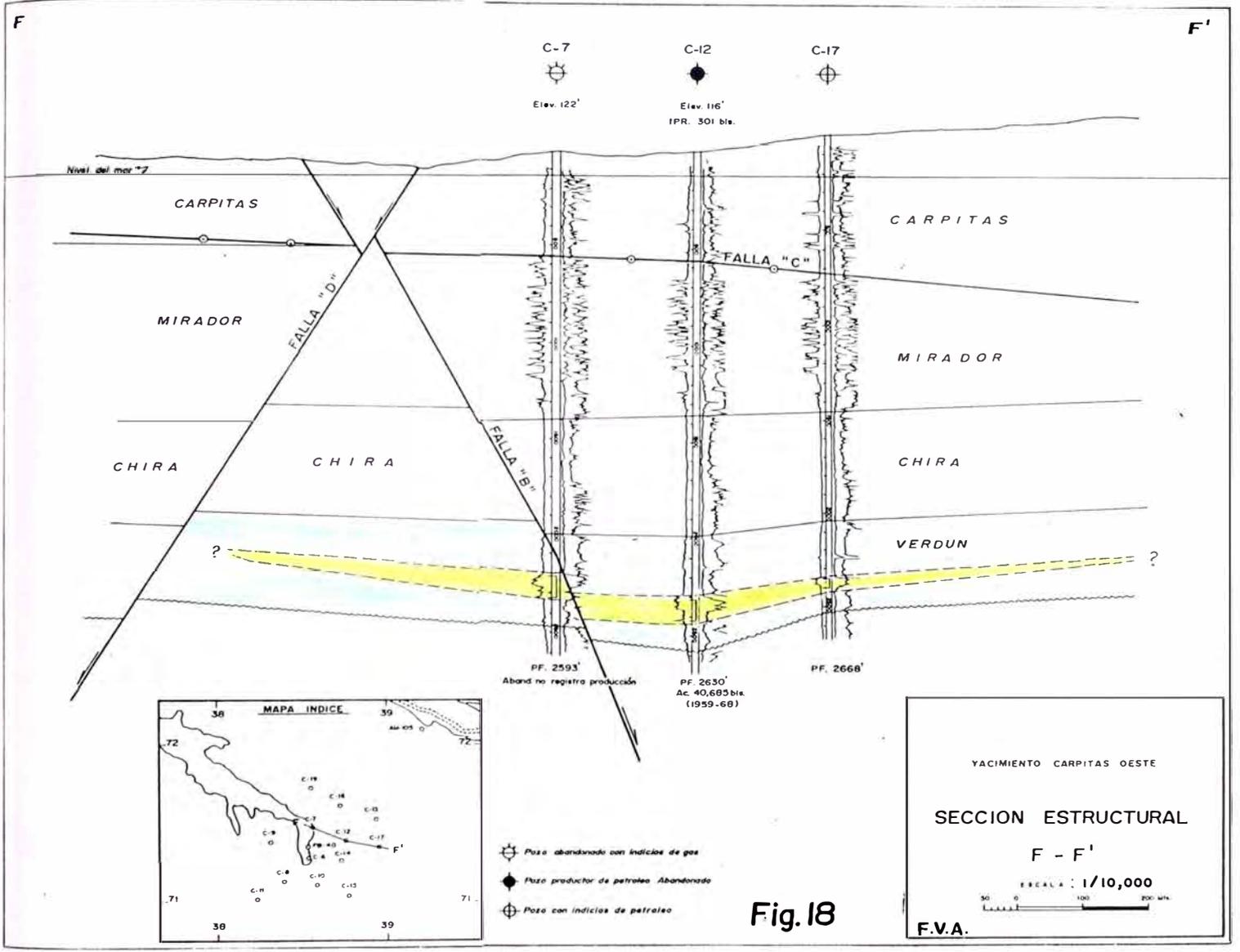


Fig. 17



El límite estructural Este es difícil de precisar, en vista de la no existencia de control de pozos, pero puede ser considerado como tal la Falla Carpitás. El límite Oeste lo constituye la Falla D2, con buzamiento hacia el W; el límite Norte, la Falla A2, con buzamiento hacia el S; y el límite Sur, la Falla C2, con buzamiento hacia el S. El área comprendida entre los límites señalados es de aproximadamente 200 acres. Se debe señalar que en este yacimiento no se ha encontrado el contacto agua - petróleo por lo que el bloque limitado por la falla C2 por el Norte y la falla Carpitás por el Sur puede ser prospectivo; pero para fines de cálculo de reservas no ha sido considerado(Fig. 19).

72

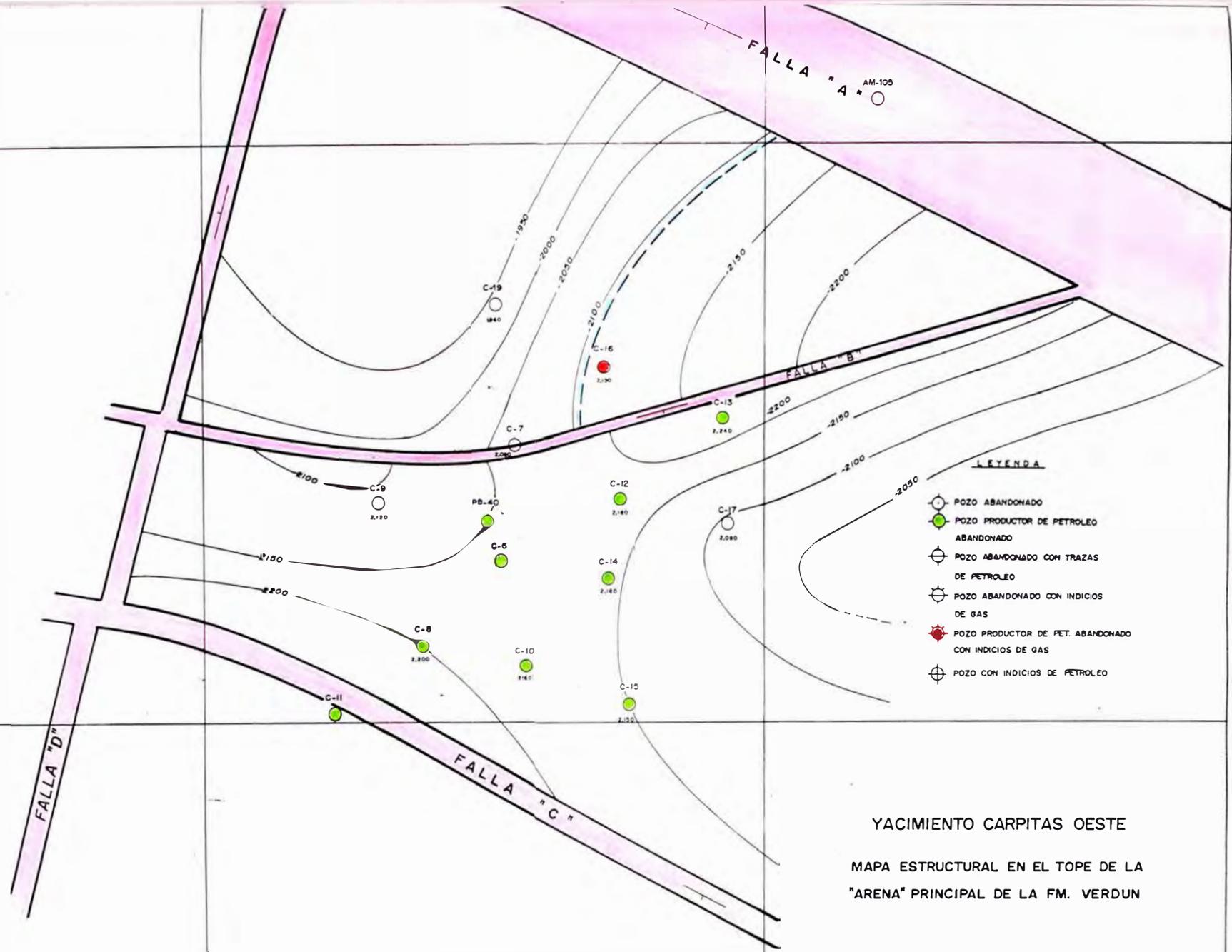
72

71

71

70

70



LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- ★ POZO PRODUCTOR DE PET. ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO CON INDICIOS DE PETROLEO

YACIMIENTO CARPITAS OESTE
 MAPA ESTRUCTURAL EN EL TOPE DE LA
 "ARENA" PRINCIPAL DE LA FM. VERDUN

ESCALA 1:5000



PROBABLE CONTACTO GAS/PETROLEO

Fig. 19

8.3 YACIMIENTO CARPITAS ESTE

En este yacimiento han sido perforados 10 pozos de los cuales 6 han resultado ser productores. Aquí la Formación Verdún presenta mejores desarrollos, tanto de su miembro inferior como el del superior. Este es el único yacimiento del Campo Petrolífero Carpitas en el que las "arenas de los miembros inferior y superior han sido productivas, aunque la "arena superior muestra un mejor y mayor desarrollo. El petróleo producido proviene de estos "niveles" de roca reservorio (Figs. 13 y 20).

-LIMITES DEL RESERVORIO

El límite estructural Este lo constituye la falla Carpitas; los límites Oeste, Norte y Sur no son claramente definibles por falta de controles, ya sea de pozos como de superficie. Pero para fines de cálculo de reservas se puede considerar a la falla C3, que buza hacia el S, como límite estructural Norte. Esta última consideración es válida ya que al Noroeste de la falla C3 las "arenas" productivas de la

Formación Verdún disminuyen rápidamente en espesor y tienden a hacerse arcillosas. Para fines de cálculo de reservas se ha estimado un area de aproximadamente 200 acres. Esta cifra puede ser significativamente mayor ya que aun no se ha podido definir la extensión Oeste del Yacimiento (Fig. 21).

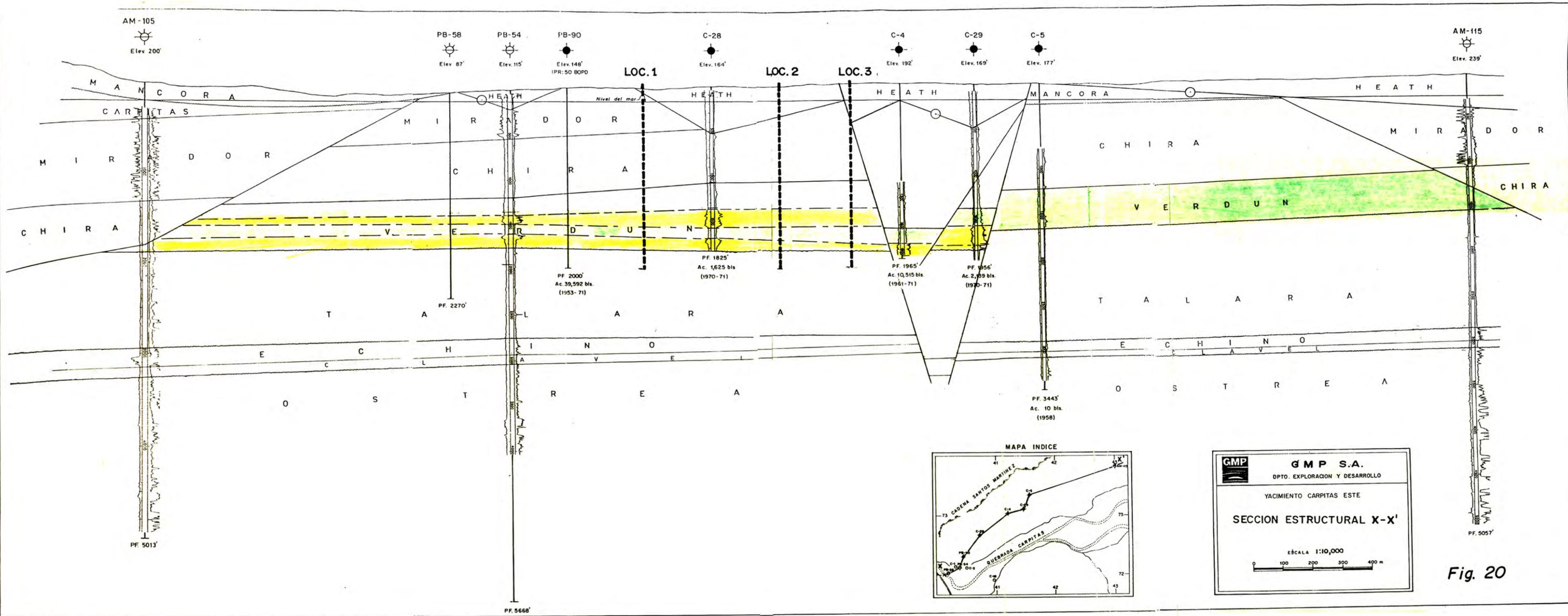
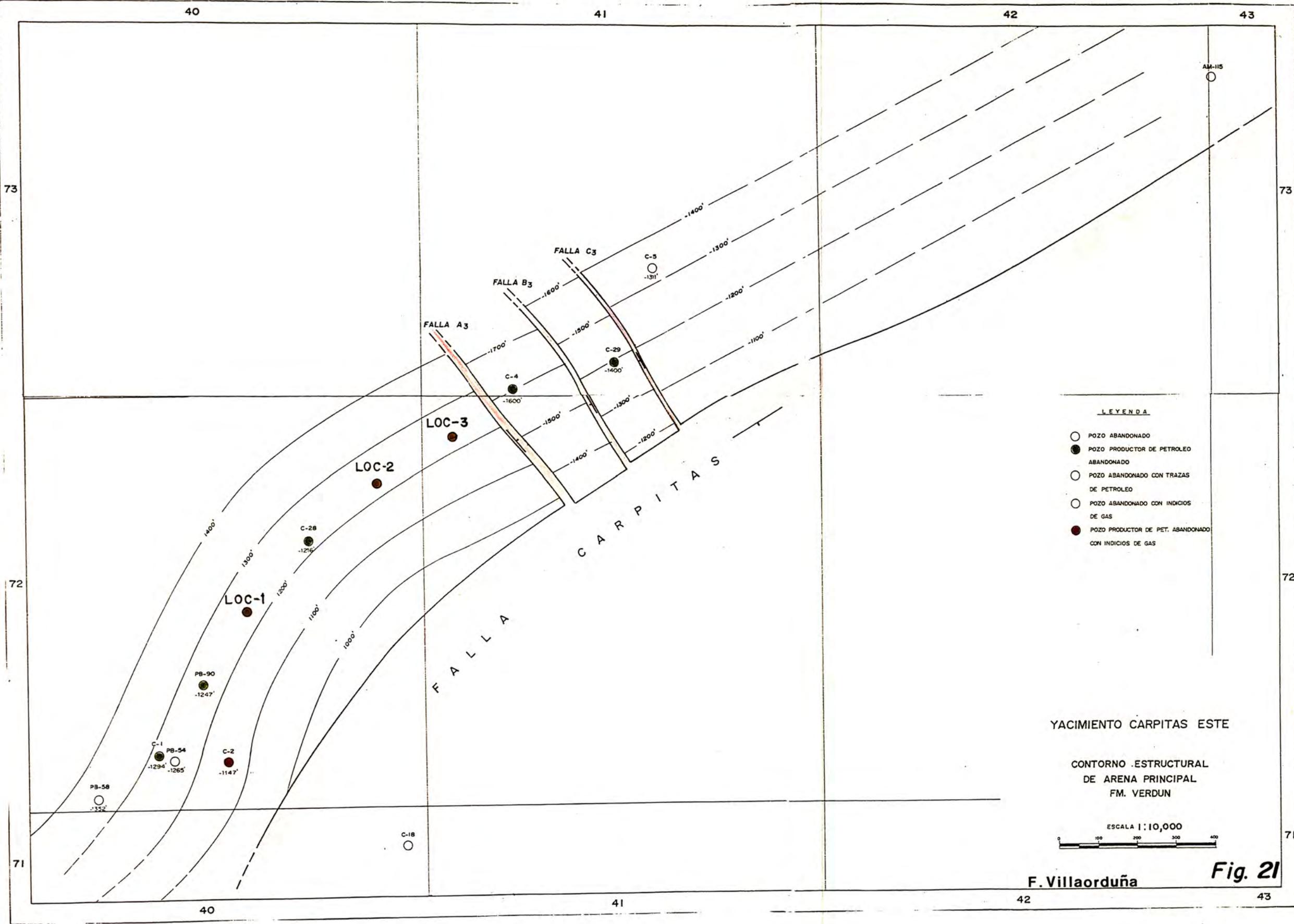


Fig. 20



LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO PRODUCTOR DE PET. ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS

YACIMIENTO CARPITAS ESTE

CONTORNO ESTRUCTURAL DE ARENA PRINCIPAL FM. VERDUN



F. Villaorduña

Fig. 21

8.4 CARACTERISTICAS DEL RESERVORIO VERDUN

Existe muy escasa o ninguna información de pozos en lo referente a los parámetros petrofísicos del reservorio, datos tales como porosidad, permeabilidad y saturación de agua. Al parecer nunca fueron determinados por lo que sólo se cuenta con información cualitativa. Se debe mencionar que la gran mayoría de los pozos para efectos de producción fueron estimulados, para lo cual se ejecutó fracturamiento hidráulico.

Algunos Reservoristas, con la finalidad de calcular reservas han asumido ciertos valores para estos parámetros (valores registrados en otros campos petrolíferos). Geológicamente esta práctica carece de validez puesto que una formación no es un medio homogéneo e isótropo petrofísicamente; la regla general es la de una gran variabilidad de sus características sedimentarias.

Se ha dado una estimación preliminar de las

porosidades aparentes a partir de observacion macroscópica de muestras de afloramientos, los valores varían entre 10 y 20% ; determinaciones más reales de porosidad y permeabilidad serán dados a partir de análisis de laboratorio los cuales tendran que realizarse próximamente.

8.5 CARACTERISTICAS DE LOS FLUIDOS

Se han realizado algunos análisis y pruebas de destilación de muestras de petróleo producido, a partir de los cuales se establece que el crudo es del tipo HCT de la serie parafínica - nafténica, con una gravedad específica API que oscila entre 25° y 42°. Los valores más bajos en el grado API corresponden a lugares donde los reservorios tienen alta saturación de aguas de relativamente baja salinidad (el valor más bajo de gravedad específica corresponde al petróleo procedente del reservorio Mirador del pozo PB-56) , lo cual indicaría alteración del crudo por bio-degradación. Los valores más altos de gravedad específica corresponden principalmente a crudos procedentes del reservorio Verdún en los Yacimientos del Campo Carpitas, aunque se debe precisar que algunos niveles de roca reservorio de Formaciones más antiguas tales como Echinocyamus y Ostrea han probado contener hidrocarburos muy livianos, desde aquellos con altos valores de GOR hasta gas seco (principalmente de la Fm. Echinocyamus).

8.6 ESTIMACION DE RESERVAS - Fm. VERDUN.

A falta de los datos anteriormente mencionados, indispensables para evaluar las reservas mediante métodos de cálculo tradicionales, y, en vista de que no es justificable el asumir datos registrados en otros campos petrolíferos relativamente lejanos con características marcadamente diferentes, queda una sólo forma de abordar el problema, y ésta consiste en usar sólo los datos de producción de pozos y sus respectivas arenas netas de los intervalos abiertos (Figs. 22, 23, 24, 25, 26 y 27).

La relación que nos permite evaluar las reservas es:

$$R = \frac{\text{Barriles}}{\text{Acre} * \text{Pie}} * \text{Acreaje} * (\text{Arena neta del int. abierto})$$

YACIMIENTO PUNTA BRAVO

<i>P O Z O</i>	<i>Prod. Acum.</i>	<i>Arena Neta (Int. Ab.)</i>	<i>Acres</i>	<i>Arena Neta*Acres Pie</i>	<i>Barriles Acres*Pie</i>
<i>C-25</i>	<i>5309</i>	<i>50'</i>	<i>10</i>	<i>500</i>	<i>10,60</i>
<i>C-22</i>	<i>20865</i>	<i>55'</i>	<i>10</i>	<i>550</i>	<i>37,90</i>
<i>C-20</i>	<i>4927</i>	<i>60'</i>	<i>10</i>	<i>600</i>	<i>8,20</i>
<i>PB-2</i>	<i>1074</i>	<i>55'</i>	<i>10</i>	<i>550</i>	<i>1,95</i>
	<i>32175</i>	<i>Prom=55</i>			<i>Prom=14,7</i>

Estimado de Reservas = R = (14,7)(90)*(55) ≈ 73000*

Reservas Actuales = Reservas Totales - Volumen Producido

$$R_a = 73000 - 32175 = 40825 \text{ bls}$$

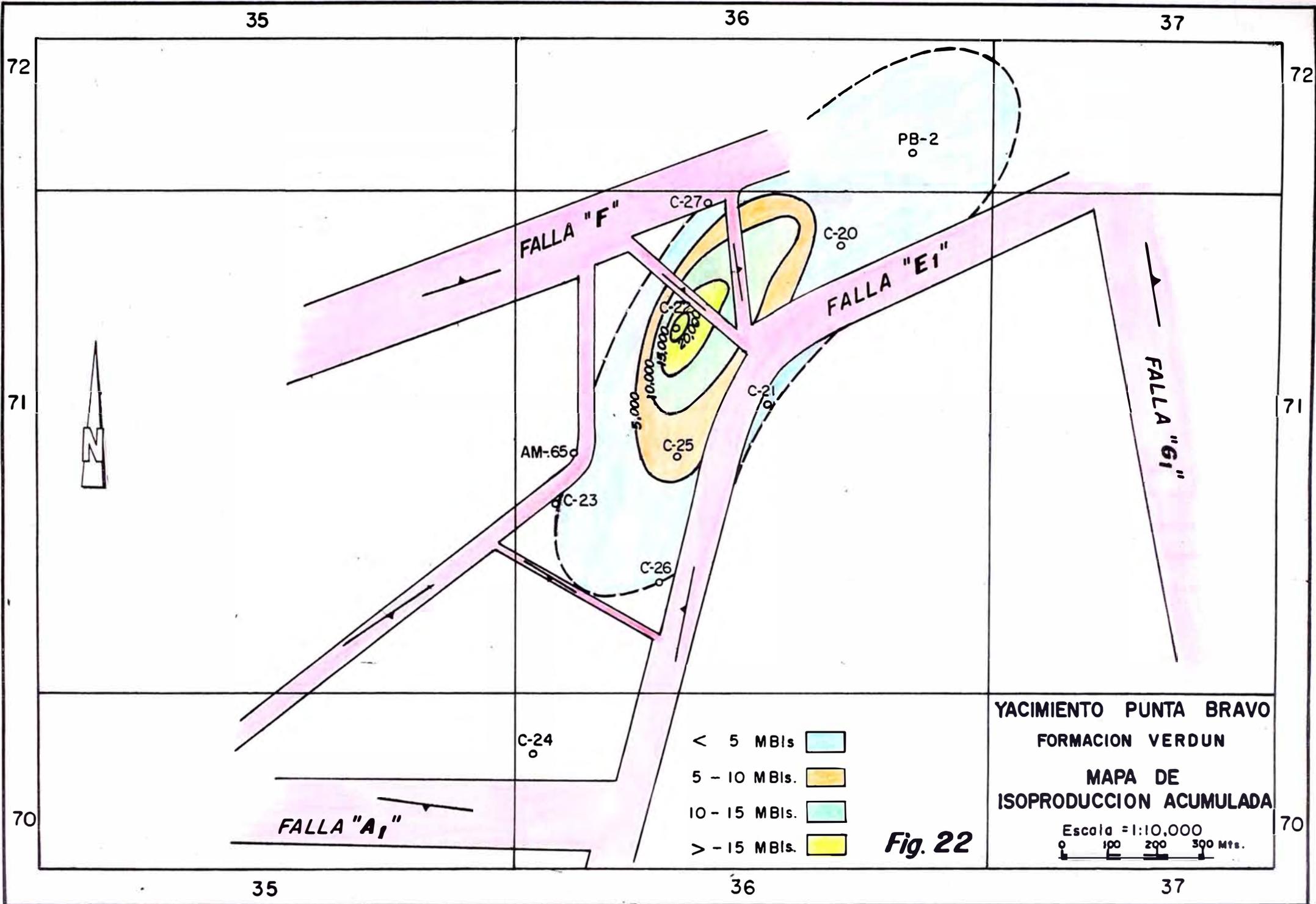


Fig. 22

YACIMIENTO PUNTA BRAVO
 FORMACION VERDUN
 MAPA DE
 ISOPRODUCCION ACUMULADA

Escala = 1:10,000
 0 100 200 300 Mts.

72

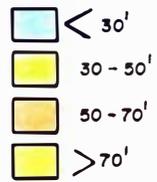
72

71

71

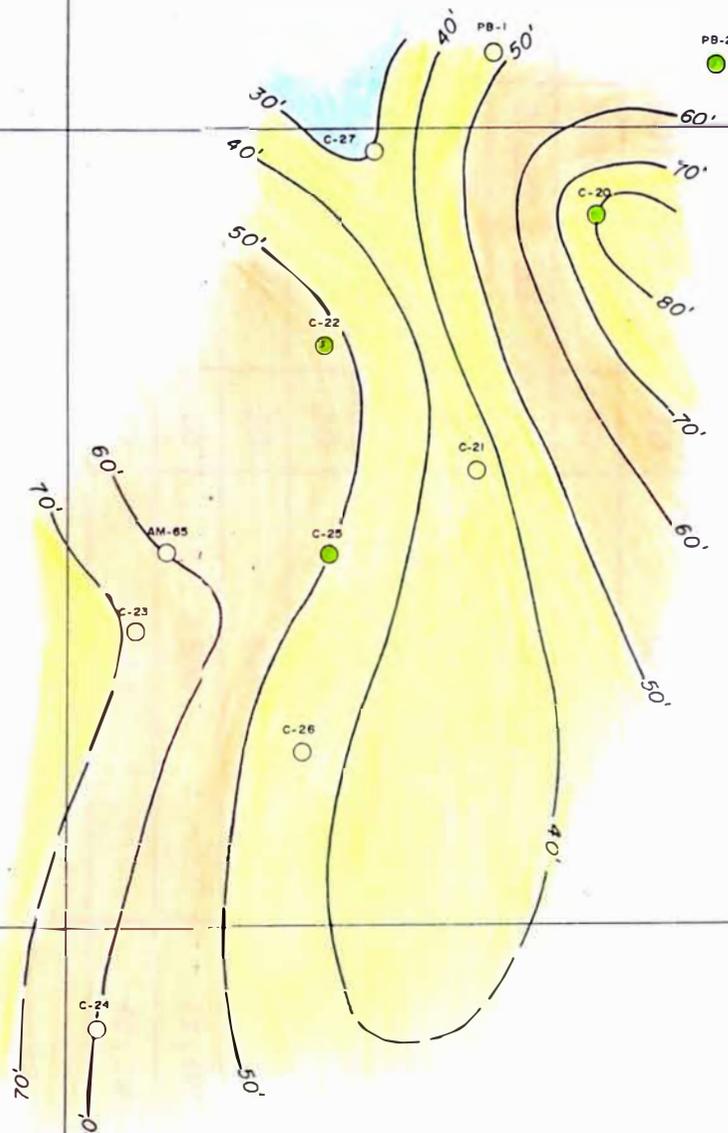
70

70



LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO PRODUCTOR DE PET. ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO CON INDICIOS DE PETROLEO



YACIMIENTO PUNTA BRAVO
 FORMACION VERDUN
 ARENA NETA



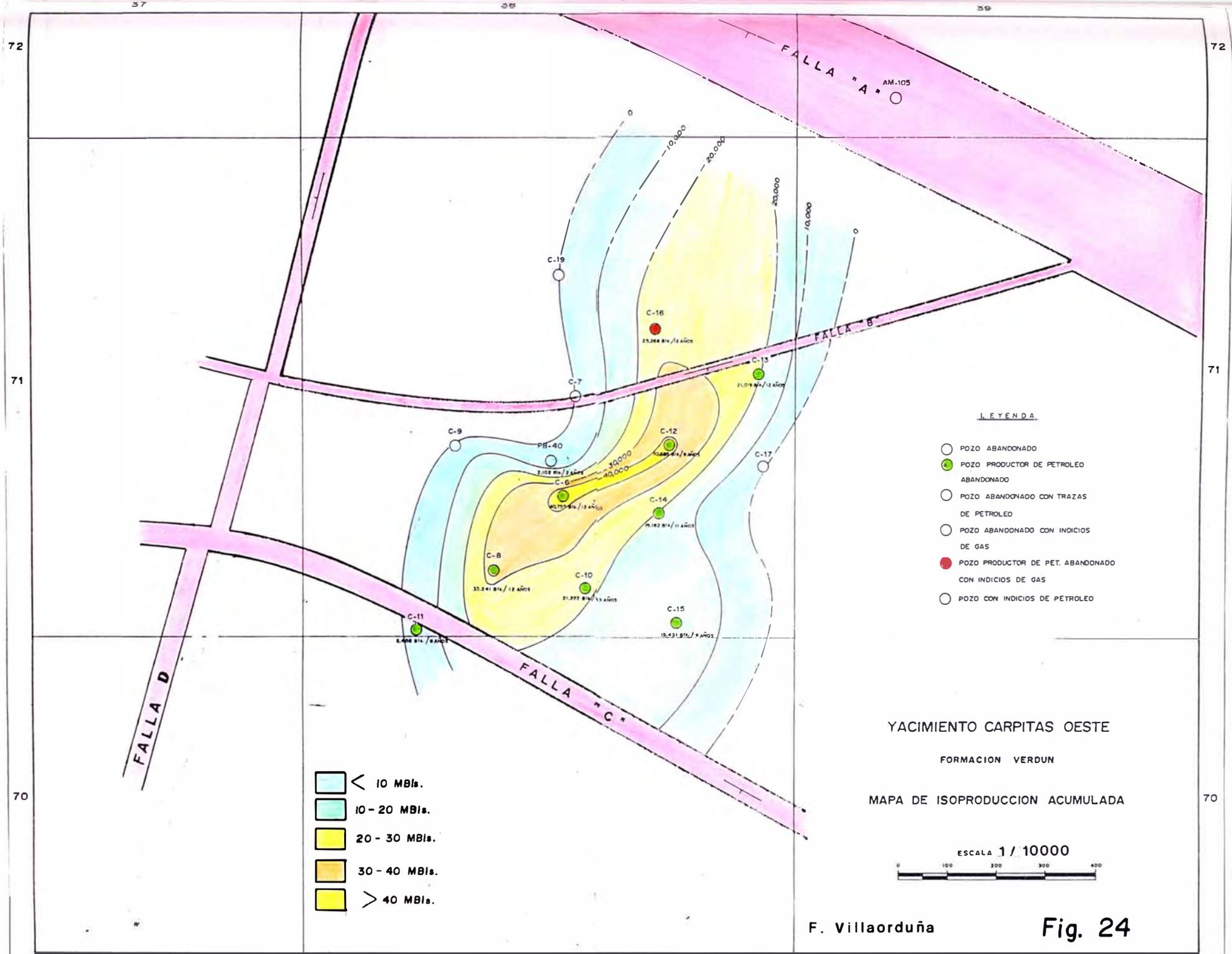
Fig. 23

YACIMIENTO CARPITAS OESTE

Pozo	Prod. Acum.	Arena Neta Int.Ab	Acre	Arena Neta * Acre Pie	$\frac{\text{Barriles}}{\text{Acre*Pie}}$
PB-40	2102	68'	10	680	3,10
C-6	40755	68'	10	680	60,00
C-8	33241	100'	10	1000	33,20
C-10	21222	55'	10	550	38,60
C-11	2458	38'	10	380	6,46
C-12	40685	84'	10	840	48,43
C-13	21091	54'	10	540	39,10
C-14	19182	45'	10	450	42,53
C-15	15431	130'	10	1300	11,90
C-16	25268	56'	10	560	45,12
	222435	Prom. = 69.8'			Prom=32,80

Estimado de Reservas = $R = (32,8)*(200)*(69,8) \approx 448116$

$R_a = 448116 - 222435 = 225681$ bls



F. Villaorduña **Fig. 24**

72

72

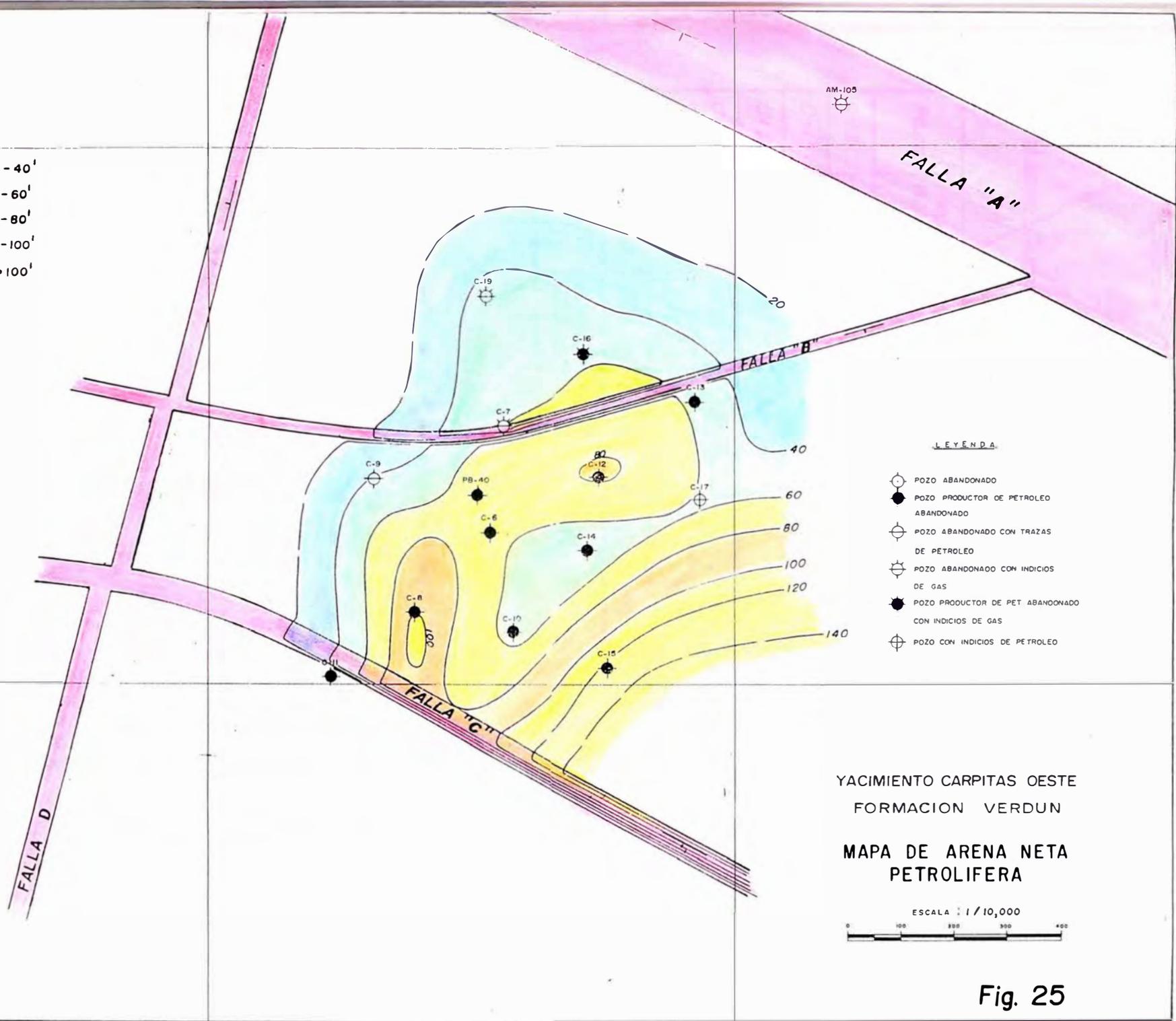
- 20 - 40'
- 40 - 60'
- 60 - 80'
- 80 - 100'
- > 100'

71

71

70

70



LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO PRODUCTOR DE PET ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO CON INDICIOS DE PETROLEO

YACIMIENTO CARPITAS OESTE
FORMACION VERDUN

MAPA DE ARENA NETA
PETROLIFERA



Fig. 25

Yacimiento Carpiras Este

Pozos	Prod. Acum.	Arena Neta Int. Ab	Acres	Arena Neta*Acre Pie	$\frac{\text{Barriles}}{\text{Acre*Pie}}$
c-1	27948	80'	10	800	34,90
C-2	2005	95'	10	950	2,10
C-28	1625	160'	10	1600	1,10
C-4	10515	90'	10	900	11,70
C-29	2102	100'	10	1000	2,10
PB-90	39529	90'	10	900	44,00
	83787	Prom. = 102,5'			Prom = 16

Estimado de Reservas = R = (16)(200)*(102,5) ~ 320000*

$$R_a = 320000 - 87787 = 236213 \text{ bls}$$

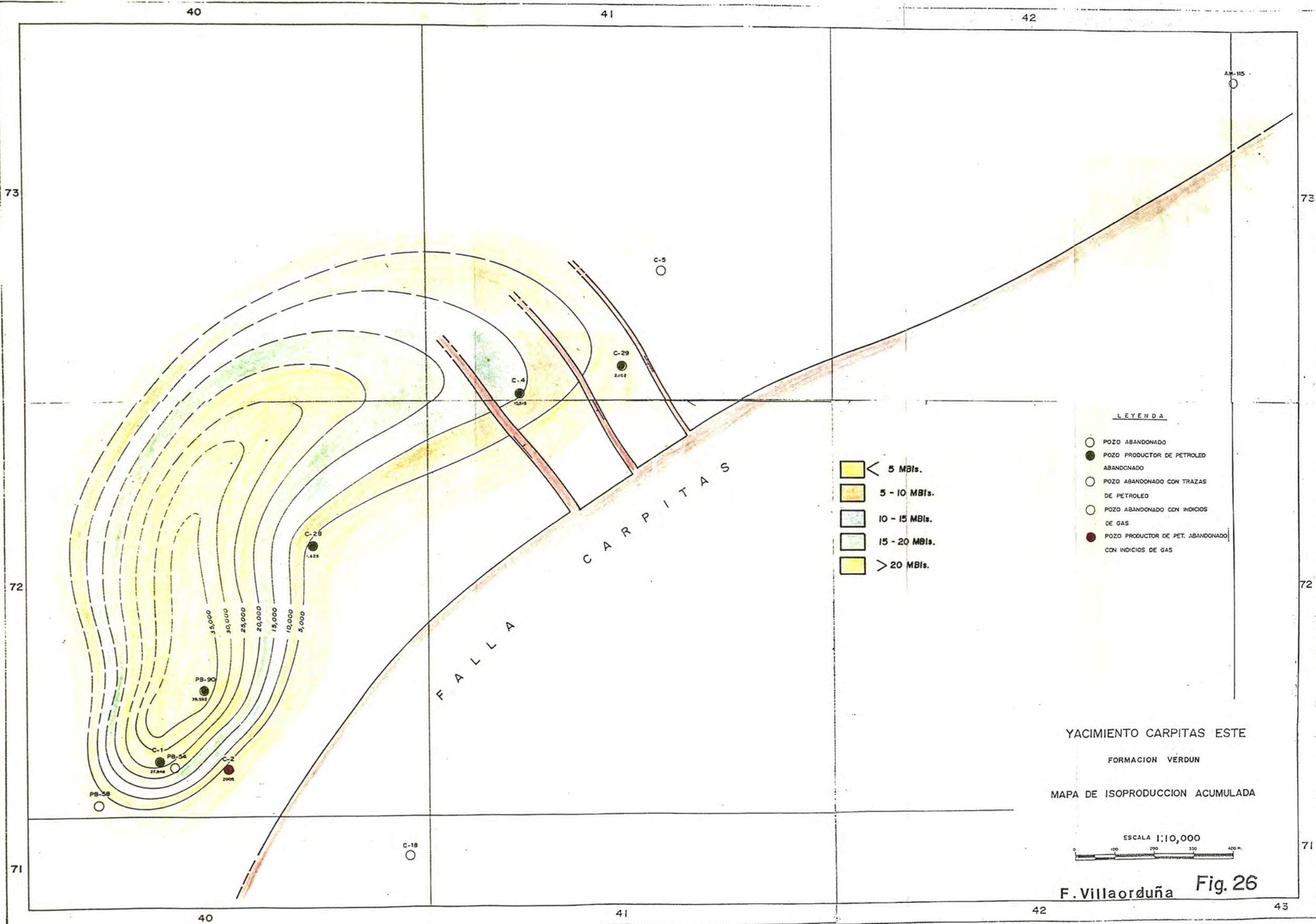
Las Reservas Totales del Campo Petrolífero de Carpitás serían:

$$R_T = R_a \text{ Yac. Punta Bravo} + R_a \text{ Yac. Carpitás Oeste} + R_a \text{ Yac.}$$

Carpitás Este

$$R_T = 40825 + 225681 + 236213$$

$$R_T \sim 500000 \text{ bls}$$



40

41

42

73

73

72

72

71

71

40

41

42

43

LEYENDA

- POZO ABANDONADO
- POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- POZO PRODUCTOR DE PET. ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS

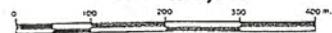
- < 5 MBls.
- 5 - 10 MBls.
- 10 - 15 MBls.
- 15 - 20 MBls.
- > 20 MBls.

YACIMIENTO CARPITAS ESTE

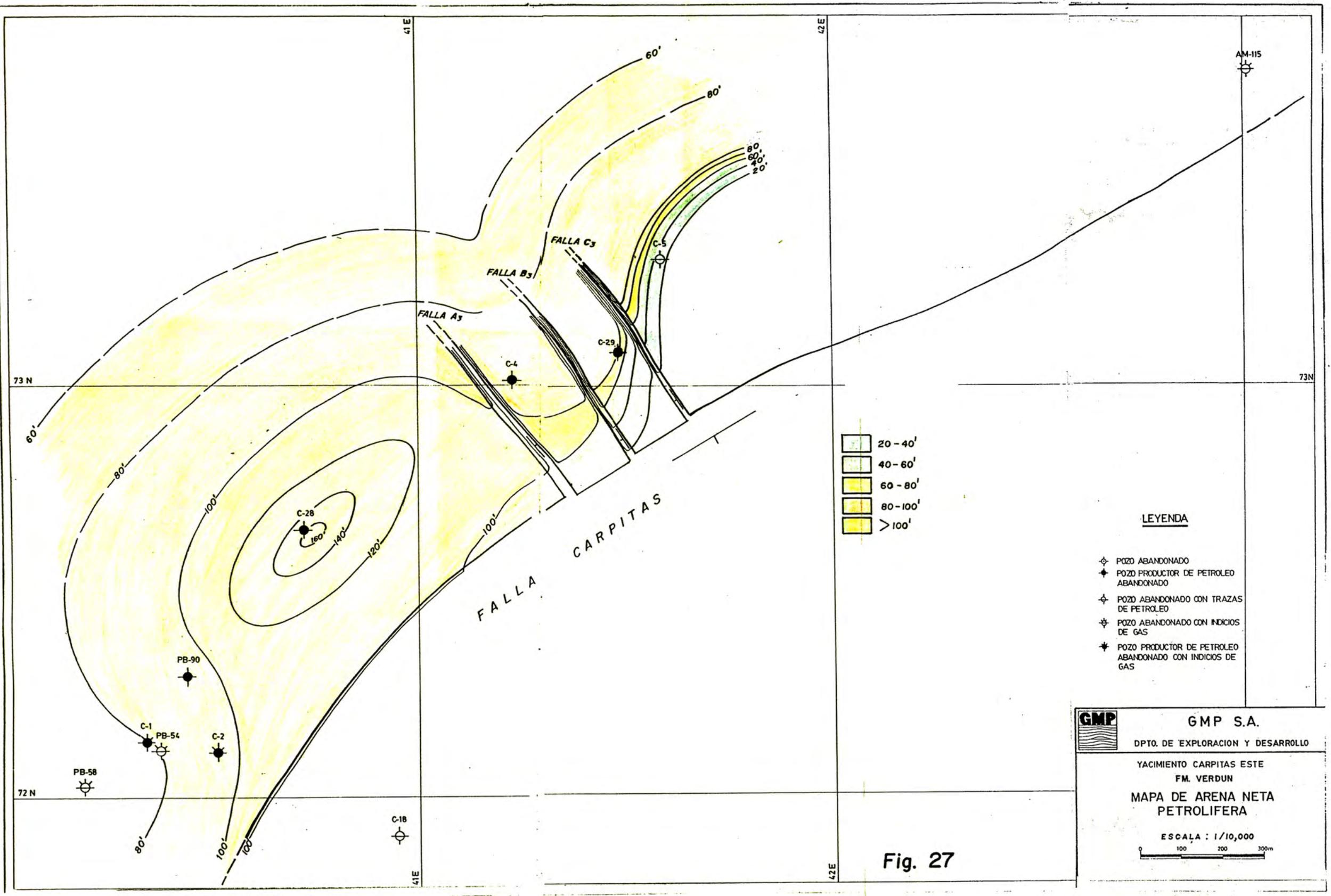
FORMACION VERDUN

MAPA DE ISOPRODUCCION ACUMULADA

ESCALA 1:10,000



F. Villaorduña Fig. 26



	20 - 40'
	40 - 60'
	60 - 80'
	80 - 100'
	> 100'

LEYENDA

- ⊕ POZO ABANDONADO
- ◆ POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO
- ⊕ POZO ABANDONADO CON TRAZAS DE PETROLEO
- ⊕ POZO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS
- ◆ POZO PRODUCTOR DE PETROLEO ABANDONADO CON INDICIOS DE GAS



GMP S.A.

DPTO. DE EXPLORACION Y DESARROLLO

YACIMIENTO CARPITAS ESTE

FM. VERDUN

MAPA DE ARENA NETA PETROLIFERA

ESCALA : 1/10,000

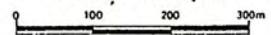
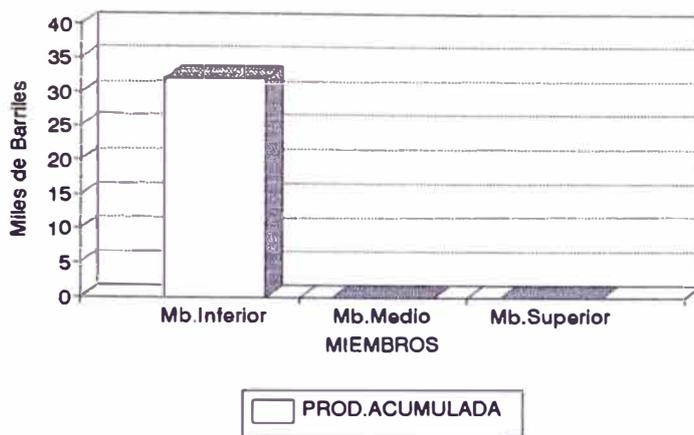
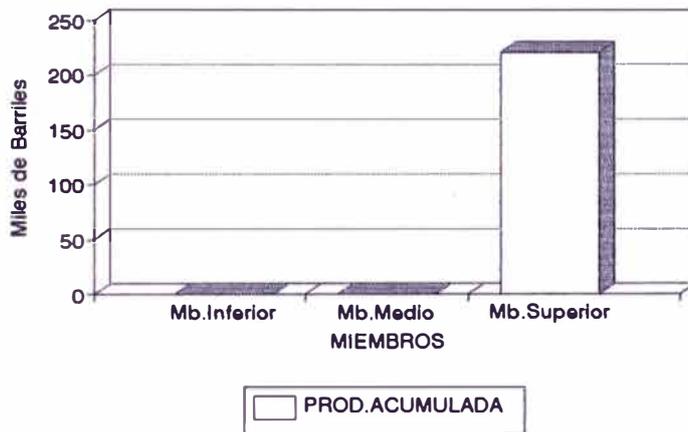


Fig. 27

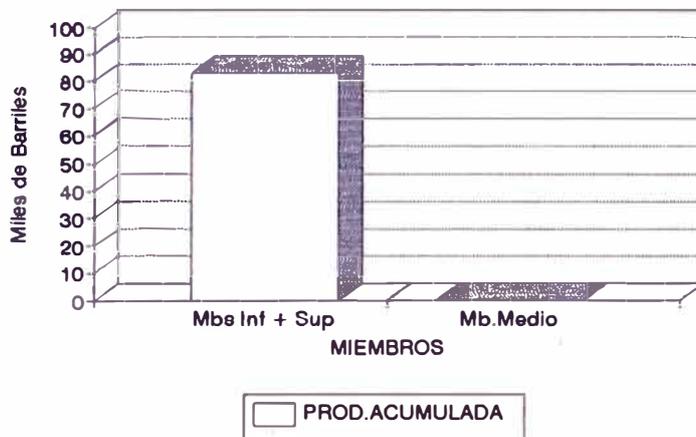
YACIMIENTO PUNTA BRAVO PRODUCCION/MIEMBROS



YACIMIENTO CARPITAS OESTE PRODUCCION/MIEMBROS

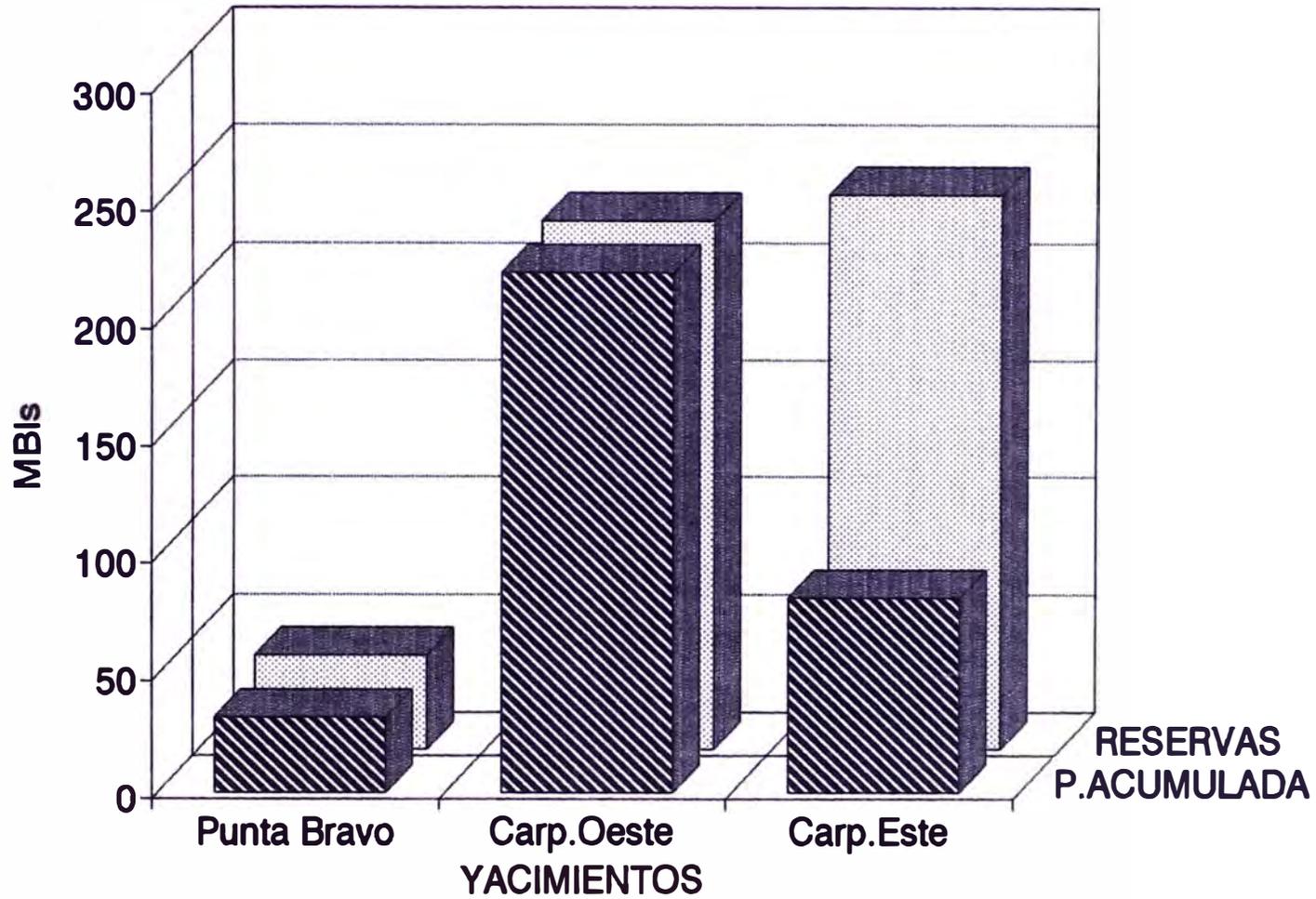


YACIMIENTO CARPITAS ESTE PRODUCCION/MIEMBROS



CAMPO CARPITAS

PRODUCCION/RESERVAS



8.7 ESTUDIO GEOQUIMICO

La Geoquímica Orgánica hace de la M.O. retenida en los sedimentos el objeto de su estudio, analizando su cantidad, calidad o tipo genético, y madurez, los mismos que nos permiten estimar el potencial oleogénético, esto es, la capacidad de generar hidrocarburos. Se debe señalar además que esta disciplina nos proporciona los elementos de juicio necesarios para explicar las condiciones de generación, expulsión y migración, y establecer correlaciones entre petróleo y roca madre, y petróleos entre sí.

8.7.1 CRITERIOS BASICOS PARA UNA EVALUACION GEOQUIMICA

La teoría amplia y universalmente aceptada sostiene que los hidrocarburos se generan a través de cambios físico químicos de la M.O. contenidos en los sedimentos, involucrando esto a toda una serie de relaciones químicas complejas predominantemente de primer orden y velocidad que depende de la temperatura y el tiempo de calentamiento (DOW, 1977).

La concentración y el tipo de M.O. en la roca madre determinan la abundancia relativa y variedad del petróleo formado. Pero la posibilidad de que las transformaciones fisicoquímicas hayan o no tenido lugar está condicionada a la madurez térmica que pudo alcanzar la M.O. primaria.

De manera práctica, la M.O. puede ser caracterizada según su solubilidad en solventes orgánicos; la fracción de M.O. que es soluble en tales solventes recibe la denominación de BITUMEN y la parte residual insoluble KEROGENO.

La fracción soluble es utilizada para analizar la evolución de la M.O. y para resolver problemas de correlación de hidrocarburos líquidos con su respectiva roca madre. Estos, juntamente con estudios de la parte residual insoluble, permiten estimar la convertibilidad de la M.O. en petróleo.

8.7.2 EVALUACION DE ROCA MADRE

8.7.2.1 CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA

La abundancia relativa de la M.O. presente en los sedimentos está en función de las características de la actividad biológica y del ambiente de depositación. Además se debe precisar que la preservación de la M.O. está condicionada en gran medida por las variables hidrodinámicas que controlan la sedimentación, siendo que la preservación de la M.O. aumenta desde condiciones de alta energía hacia las de baja energía, registrándose mayor concentración cuanto menor es el tamaño del grano (en condiciones anaeróbicas y con una velocidad de sedimentación alta). Además de lo ya manifestado, la preservación de la M.O. capaz de originar petróleo, depende de las condiciones que reducen la eficiencia de la actividad microbiana.

El primer paso a dar en el análisis de una muestra es verificar si cumplen la condición necesaria de contener la M.O. suficiente que la acredite como posible generadora.

Aunque es un tanto relativo establecer valores límites

de concentración de carbono orgánico necesarios para definir una roca lo suficientemente rica como para poder generar una cantidad de petróleo tal, que permita alcanzar la expulsión, se considera la siguiente clasificación como la más útil y aceptable:

TOC	
0 - 0,5	POBRE
0,5 - 1,0	REGULAR
1,0 - 2,0	BUENO
2,0 - 4,0	MUY BUENO
> 4,0	EXCELENTE

Pero siempre se debe tener en cuenta que además de la concentración de carbono orgánico, existen otros factores que influyen en la concentración de petróleo; podríamos mencionar por ejemplo la variación en la convertibilidad de los distintos tipos de M.O. en petróleo, la diferente capacidad de expulsión de la roca madre, etc.

Por lo demás, no se debe olvidar que "la generación,

expulsión y migración de petróleo, son procesos extremadamente ineficientes y que en promedio solo un 2 % de carbono orgánico de la roca sedimentaria pasa a formar parte del carbono en el petróleo" (HUNT 1972).

-RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EVALUACION DEL CARBONO ORGANICO TOTAL Y MATERIA ORGANICA SOLUBLE EN LOS SEDIMENTOS EOCENICOS Y OLIGO-MIOCENICOS EN EL AREA DE ESTUDIO.

Con el objeto de ponderar lo referente a la cantidad de M.O. presente en los sedimentos Eocénicos y Oligo - Miocénicos en el área de estudio, se han realizado análisis geoquímicos de muestras (principalmente lutitas) de afloramientos y algunos pozos, a partir de los cuales se ha estimado el contenido de carbono orgánico total (TOC) y, para algunas muestras, la fracción de materia orgánica soluble (M.O.S.). El muestreo realizado no ha sido eficiente debido principalmente a la confusión generada en la identificación de las Formaciones de las que proceden las muestras, además se debe señalar que la gran

mayoría de estas proceden de afloramientos expuestos a la acción de un marcado meteorismo, proceso por el cual el contenido de M.O. en los sedimentos se hace muy pobre. Finalmente se debe hacer notar que el "universo muestral" ha sido muy pequeño, por lo cual los resultados no reflejan necesariamente la realidad.

SEDIMENTOS DEL EOCENO INFERIOR

Dentro de las unidades consideradas para los análisis se incluyen a las Formaciones Mogollón, Ostrea, Clavel y Echinocyamus.

El número total de muestras ha sido de veintiuno, cuatro de las cuales corresponden a afloramientos y las diecisiete restantes son de pozo.

Los histogramas de distribución para muestras de afloramientos y para muestras de canaleta muestran unos contenidos de carbono orgánico total que corresponden principalmente a las categorías de regular a buena en la escala del TOC, siendo las lutitas de la Formación Ostrea las que presentan los

más altos valores de TOC (en el contexto del Eoceno Inferior). (Fig.28).

SEDIMENTOS DEL EOCENO MEDIO

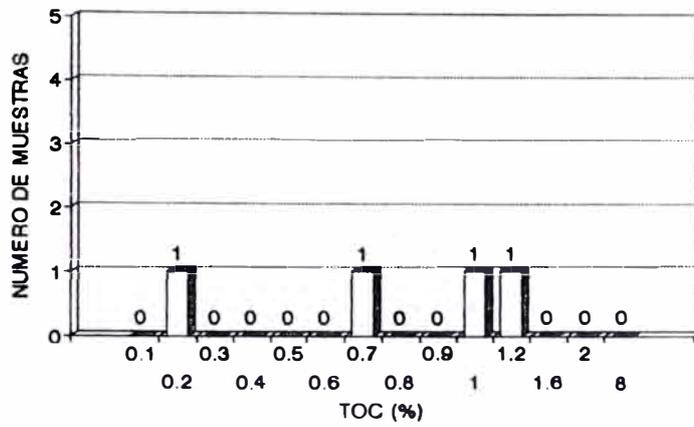
Las lutitas analizadas son de la Formación Talara; el número total de muestras ha sido diecinueve, dieciocho de las cuales son del afloramientos y sólo una muestra es de pozo.

Contrariamente a lo que se supondría, los valores obtenidos corresponden principalmente a las categorías de pobre a regular en la escala del TOC. Sólo 2 muestras corresponden a la categoría de buena, una de las cuales es de pozo (Fig.29).

SEDIMENTOS DEL EOCENO SUPERIOR

Los sedimentos de las unidades analizadas incluyen principalmente a las Formaciones Verdún y Chira. El número total de muestras es veintiseis, de las cuales veintitres proceden de afloramientos y las tres restantes son de pozo (pozo GMP-X-1). Los valores obtenidos de las muestras de afloramientos corresponden a las categorías de pobre y regular

EOCENO INFERIOR
MUESTRAS DE AFLORAMIENTOS



EOCENO INFERIOR
MUESTRAS DE POZOS

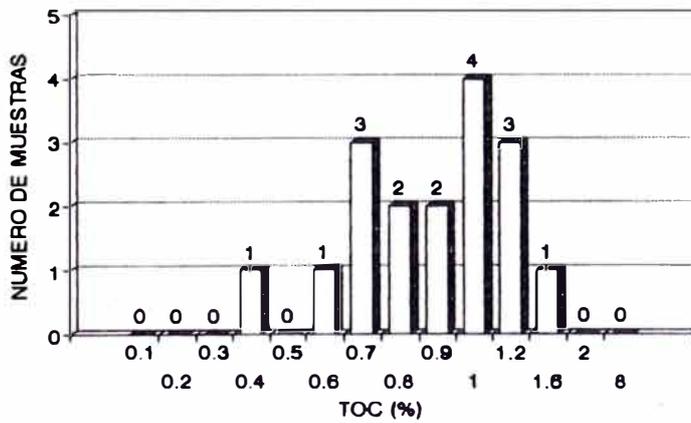
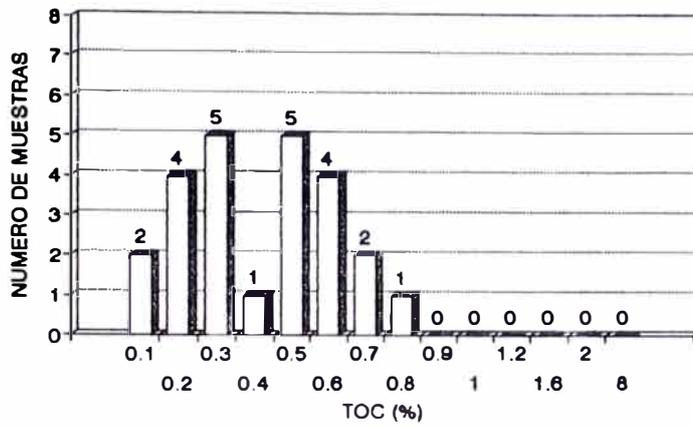


Fig. 28

EOCENO MEDIO
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO



EOCENO MEDIO
MUESTRAS DE POZOS

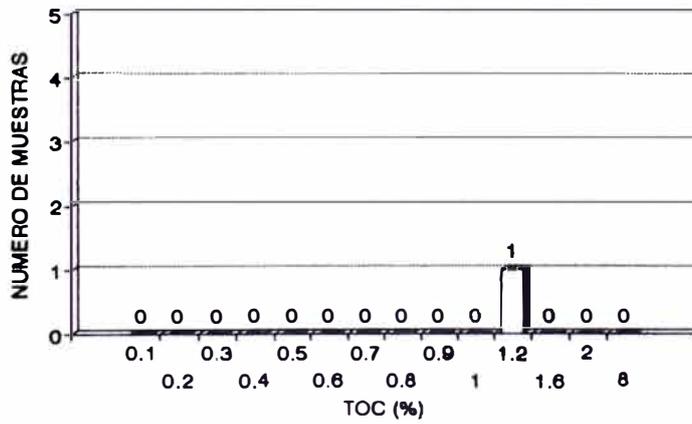
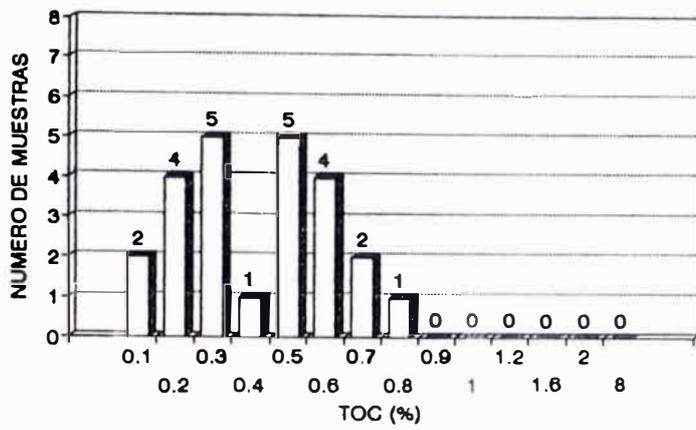


Fig. 29

EOCENO SUPERIOR
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO



EOCENO SUPERIOR
MUESTRAS DE POZOS

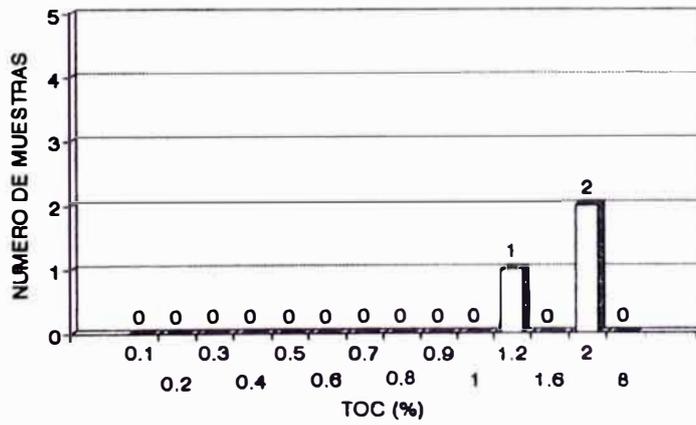


Fig. 30

mientras que las procedentes de muestras de pozo, a la categoría de buena en la escala del TOC (Fig.30).

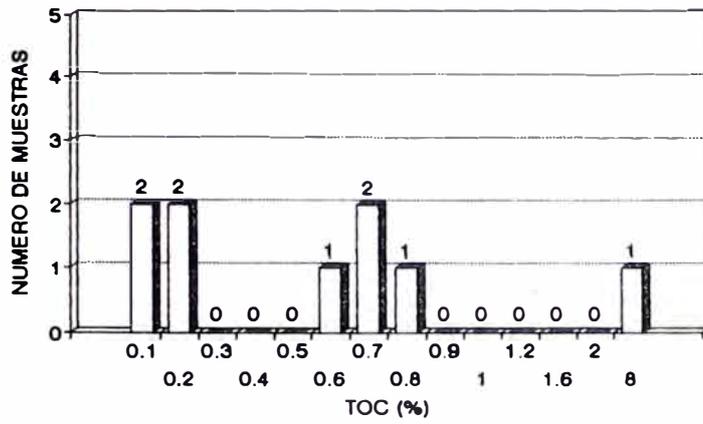
SEDIMENTOS OLIGOCÉNICOS

Los sedimentos analizados corresponden a lutitas de la Formación Máncora. Se han tomado quince muestras, nueve de las cuales son de alforamientos y las seis restantes de pozos.

Los valores procedentes de muestras de pozos corresponden a las categorías de pobres y regulares en la escala del TOC. Para las muestras de afloramientos ocurre algo similar, excepto el caso de una muestra que arroja un valor de TOC de 4,95 % (categoría: excelente). (Fig.31). Este valor aparentemente anómalo probablemente no tenga una relación directa con la M.O. primigenia; el alto valor registrado puede estar asociado a procesos migratorios epigenéticos.

Una sólo muestra, procedente ésta de afloramiento, fue analizada con la finalidad de obtener la fracción de

OLIGOCENO
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO



OLIGOCENO
MUESTRAS DE POZOS

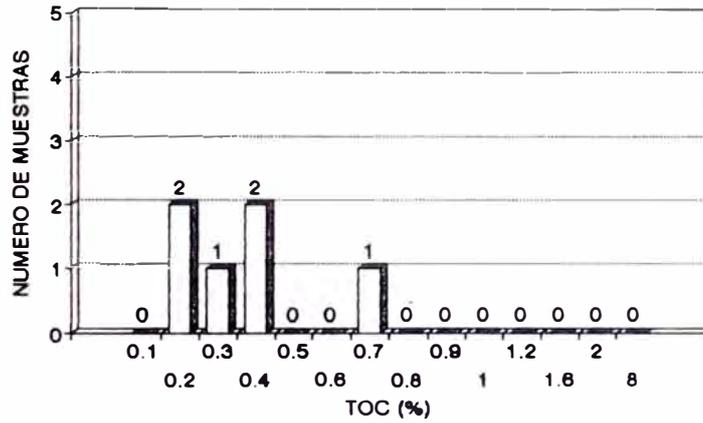


Fig. 31

OLIGOCENO
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO

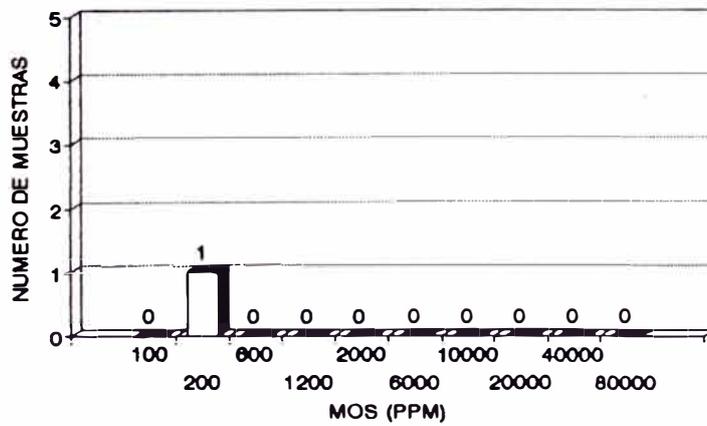


Fig. 32

la materia orgánica soluble (M.O.S.) y, consiguientemente, el potencial oleogénético. El valor obtenido es de 200 ppm, que corresponde a la categoría de regular potencial (Fig.32).

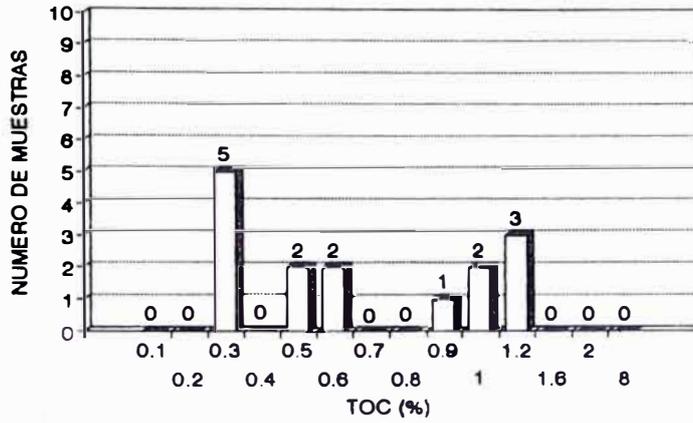
SEDIMENTOS OLIGO - MIOCÉNICOS

Los sedimentos analizados provienen de la Formación Heath. "El universo muestral" es de treinta y cinco muestras, quince de las cuales son de afloramientos y las veinte restantes de pozos.

Las muestras de pozos arrojan valores que corresponden mayormente a las categorías de buena y muy buena en la escala del TOC. Los valores para las muestras de afloramiento corresponden predominantemente a las categorías de regular a bueno (Fig.33).

La fracción de la materia orgánica soluble (M.O.S.) en algunas muestras (se analizaron 6 muestras para obtener la M.O.S.) corresponde desde el punto de vista de potencial de generación oleogénica a las categorías de buena, muy buena y excelente (Fig.34).

OLIGO-MIOCENO
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO



OLIGO-MIOCENO
MUESTRAS DE POZOS

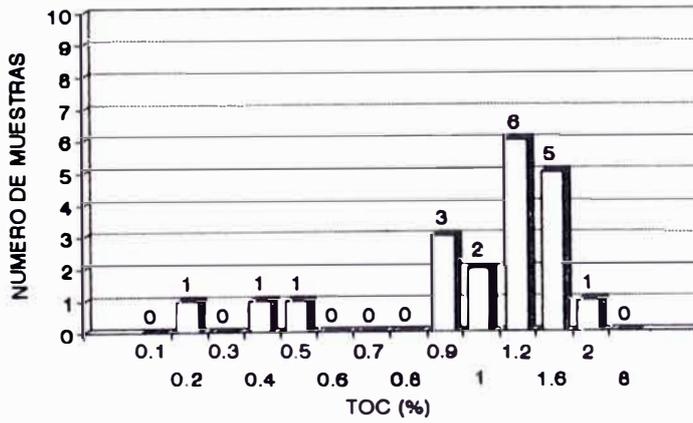
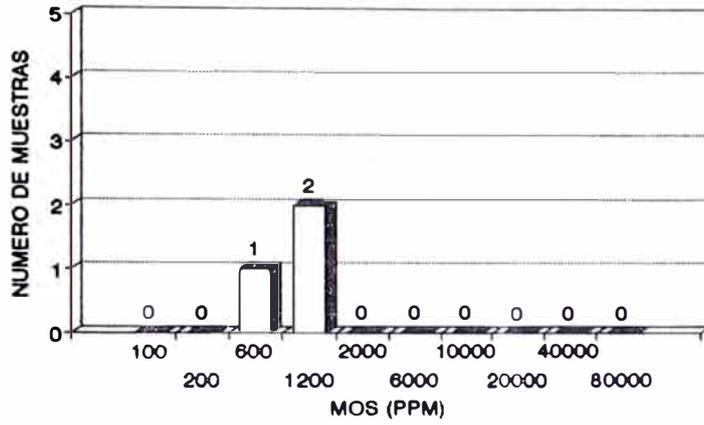


Fig. 33

OLIGO-MIOCENO
MUESTRAS DE AFLORAMIENTO



OLIGO-MIOCENO
MUESTRAS DE POZO

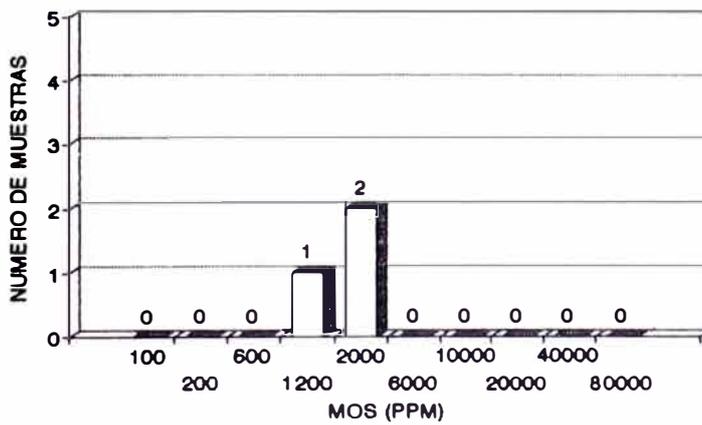


Fig. 34

La Formación Heath, por los valores obtenidos, constituye la más importante unidad con posibilidades de generación de hidrocarburos; pero su importancia oleogenética, como es lógico pensar, debe estar restringida al área de Zorritos. Es improbable que esta Formación pueda ser la responsable de la generación de hidrocarburos en el área de Carpitás a pesar de que en el Semi-graben del mismo nombre, la Formación aludida se encuentre ámpliamente distribuida. Todo indica que esta, en el área de estudio, nunca se encontró (durante su evolución geológica) a profundidades que garanticen su madurez térmica.

8.7.2.2 TIPO DE MATERIA ORGANICA

La M.O. depositada en los sedimentos comprende una compleja mezcla de compuestos que pueden ser agrupados en cuatro clases principales: los lípidos, las proteínas, los carbohidratos y los compuestos ligníticos - húmicos.

Los compuestos proteínicos y lipídicos están directamente relacionados con la presencia de petróleo. Todos estos complejos biopolímeros son inestables y rápidamente atacados por microorganismos y convertidos a través de una serie de reacciones en geopolímeros (WELTE, 1974). El proceso que lleva desde los biopolímeros hasta los geopolímeros es llamado *DIAGENESIS* y se produce en los primeros cientos de metros de enterramiento antes que adquiera importancia el efecto de la temperatura. Como resultado de este proceso, la M.O. presente en los sedimentos se transforma en kerógeno y bitumen.

La M.O. engloba dos tipos principales: M.O.

sapropélica y M.O. húmica. La primera corresponde a los productos de descomposición y polimerización de grasas y materiales lipídicos como esporas y algas depositadas en lodos subacuáticos (marinos o lacustres) en condiciones de oxidación restringidas; al evolucionar estas sustancias se convierten en los principales productores de hidrocarburos. La segunda corresponde a la M.O. derivada de plantas terrestres superiores, compuesta principalmente por lignita, celulosa y taninos aromáticos. También incluye a la M.O. carbonizada y restos oxidados de plantas; este tipo de M.O. es principalmente generadora de gas.

Existen varios enfoques que nos permiten estudiar el kerógeno, el más usado ha sido propuesto por Tissot (1974), quien las clasifica en tres tipos, según su composición elemental y su evolución hacia la madurez. El tipo I está formado principalmente por estructuras parafínicas normales y ramificadas, con algunos núcleos nafténicos y aromáticos; el tipo II es predominantemente nafténico y aromático; mientras que el tipo III contiene un alto porcentaje de formas

aromáticas policíclicas y grupos funcionales N - O - S.

En la mayoría de las rocas sedimentarias existe toda una gradación entre M.O. de tipo húmica y M.O. de tipo sapropélica, lo que evidencia el carácter generalmente mixto del aporte de la M.O. (origen marino y continental).

- PARAMETROS QUE DEFINEN EL TIPO DE MATERIA ORGANICA

A) CONTENIDO DE CARBONO, HIDROGENO Y OXIGENO

De los elementos que constituyen la M.O., el carbono, el hidrógeno y el oxígeno son de principal interés puesto que sus cantidades relativas varían según el tipo de M.O. y como resultado de los cambios diagenéticos y catagenéticos. De los tres elementos, el H es el componente crítico en términos de convertibilidad en petróleo.

La M.O. del tipo húmico tiene hidrocarburos predominantemente aromáticos, mientras que en las sapropélicas son mucho más abundantes los alifáticos,

por lo que posee un contenido de H sustancialmente mayor.

En general los kerógenos generadores de hidrocarburos líquidos tienen originalmente una relación atómica H/C alta (0,3 a 1,7) y bajos valores para la relación atómica O/C (0,02 a 0,2). Contrariamente los kerógenos que son típicamente generadores de gas tienen una relación H/C entre 0,3 y 1,0 y O/C entre 0,02 y 0,4. De esto se deduce que con el avance del proceso catagenético asociado a la generación de CO₂, H₂O e hidrocarburos, las relaciones H/C y O/C van cambiando.

Los factores que determinan la composición elemental del kerógeno no sólo están referidos al origen de la M.O. sino que también intervienen los cambios por ataque microbiano durante la deposición y la alteración térmica.

B) COMPOSICION DEL KEROGENO

Los tipos de kerógeno ya mencionados tienen diferente composición elemental; así, en el liptinitico el contenido de H es alto, en el vitrinitico el de O es alto y en el inertrinitico es alto el del C. Se sabe también que el kerógeno amorfo tiene alto contenido de H y el leñoso, alto contenido de O. La relación H/C decrece en el siguiente orden: amorfo > herbáceo > leñoso > inertrinitico. El potencial generador del petróleo decrece en el mismo orden.

Al ejecutar la técnica de separación cromatográfica a partir del extracto de la roca (M.O.S.) se obtienen tres fracciones; la fracción I corresponde a los hidrocarburos saturados (parafinicos) que según la estructura de su cadena carbonosa se dividen en lineales o normales, ramificados o isoparafinicos y cíclicos o nafténicos. Los componentes de la fracción C₁₅₊ parafinico - nafténico son las parafinas normales e isoprenoides C₁₅ - C₂₀, predominando los isoprenoides C₁₉ (pristano) y C₂₀ (fitano) y los nafténicos con uno a seis anillos por molécula. Entre los nafténicos pueden haber importantes cantidades de esteranos y

terpanos tetra y pentacíclicos, hidrocarburos que pueden reflejar inmadurez, origen o biodegradación.

Para observar la distribución de los hidrocarburos que constituyen esta fracción se efectúa una cromatografía gaseosa, obteniéndose el cromatograma de la fracción I, que consiste en una serie de "picos", cada uno de los cuales representa un hidrocarburo con determinado número de carbonos, los que pueden ser individualizados según su tiempo de retención o tiempo que tarda en ser eluido a través de la columna cromatográfica y reconocido por el detector.

La concentración en que se encuentra cada componente en la muestra es proporcional al área encerrada por el "pico". Los hidrocarburos saturados de cadena corta son líquidos y aquellos de cadena larga son sólidos. Se sabe además que los organismos marinos sintetizan parafinas líquidas y olefinas hasta C_{21} . Las plantas superiores sintetizan hidrocarburos de mayor longitud de cadena, es decir, ceras parafínicas (C_{25} C_{37} ó más). En estudios realizados por Chibnall (1934) se

demonstró que las plantas sintetizan casi exclusivamente parafinas de número de carbono impar.

La relación pristano a fitano y pristano a normal - C₁₇ tiende a ser alta en un ambiente oxidante y baja en condiciones de oxidación restringida.

-RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS DE "TIPO DE MATERIA ORGANICA" EN EL AREA DE ESTUDIO

Los análisis realizados para caracterizar el tipo de M.O. arrojan los siguientes resultados:

- Alto contenido de componentes resinoso - asfálticos en los bituminoides autóctonos.

- Alto porcentaje de hidrocarburos nafteno - aromáticos.

Estos resultados testimonian la presencia de los componentes húmicos y sapropélicos en la M.O. original. Esta conclusión es confirmada por los valores obtenidos del estudio de la composición

elemental (H/Cat) que sugiere un origen mixto de la M.O. Finalmente, los valores de índice de hidrógeno (IH) permiten reconocer en las muestras analizadas la presencia de kerógenos, principalmente de los tipos III y II, muy raramente del tipo I.

8.7.2.3 MADUREZ DE LA MATERIA ORGANICA

La sencilla distribución de hidrocarburos en los organismos vivos se convierte en el complejo espectro del petróleo a través de la transformación diagenética de un amplio grupo de hidrocarburos derivados de las moléculas orgánicas originales y el agregado de una gran cantidad de hidrocarburos formados por alteración térmica debido al enterramiento de la M.O. Según Hunt (1979) la mayor cantidad de los hidrocarburos del petróleo se forman a partir de la M.O. calentada en la tierra a temperaturas que oscilan entre 60° y 150° C.

La evolución de la M.O. puede ser descrita en términos de procesos de transformación que se inician con la alteración biológica, física y química de los detritus orgánicos (DIAGENESIS), esto obviamente antes que se alcance el efecto causado por el aumento de la temperatura, teniendo lugar en un rango de profundidades donde las temperaturas son lo suficientemente bajas como para no provocar el craking de las moléculas más grandes.

La M.O. originalmente depositada en los sedimentos está formada por biopolímeros de organismos vivientes: carbohidratos, proteínas, lípidos, lignita y subgrupos como resinas, ceras, pigmentos y grasa. Parte de este material es consumido por organismos excavadores, parte puede ser complejado con la matriz mineral, mientras que también sufre el ataque de microorganismos que producen enzimas para degradar a los biopolímeros en los monómeros que primariamente les dieron origen. Algunos monómeros se condensan para formar los complejos geopolímeros de alto peso molecular y son precursores del kerógeno.

El proceso diagenético se produce para un intervalo de temperaturas entre la de la superficie y los 50° C.

La compactación de las cuencas sedimentarias hace que la matriz orgánica esté sujeta a mayor temperatura cuando aumenta su enterramiento. La evolución térmica sufrida por el kerógeno debido a esto se conoce como Catagénesis, proceso que conduce a la formación de hidrocarburos en el rango del petróleo. Este proceso se produce entre 50° y 200° C.

Para mayores temperaturas se produce el metamorfismo, durante el cual la M.O. es finalmente convertida en metano y grafito.

La madurez térmica es una medida de la historia tiempo - temperatura que ha experimentado la M.O. de una roca sedimentaria o de un fluido contenido en la fase porosa de un reservorio.

Existen dos formas de establecer la madurez térmica:

a. Mediante datos de reflectancia de la vitrinita, el índice de alteración térmica (IAT) basado en la coloración del kerógeno o ciertos cambios basados en la química de la roca como la transformación de montmorillonita e illita.

b. Mediante medidas de ciertos parámetros geoquímicos que evolucionan de una forma predecible cuando se avanza en la etapa de maduración.

Algunos de los indicadores geoquímicos que reflejan los cambios en la historia térmica son:

- Porcentaje de gases livianos $C_2 - C_4$.
- Hidrocarburos del rango gasolina $C_4 - C_7$.
- Relación hidrocarburos totales vs. TOC.
- Alternancia impar/par CPI.
- Índice de naftenos.
- Distribución cromatográfica.
- Temperatura máxima del P_2 de pirólisis.

-RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANALISIS REALIZADOS PARA LA DETERMINACION DE LA MADUREZ DE LA MATERIA ORGANICA EN LOS SEDIMENTOS EOCENICOS Y OLIGO-MIOCENICOS DEL AREA DE ESTUDIO.

De acuerdo a las temperaturas máximas de la pirólisis registrada (más de $435^{\circ} C$) para las rocas del Eoceno Inferior se infiere que éstas forman parte de las rocas madres maduras.

En base a los valores de índice de productividad las Formaciones Verdún y Chira estarían en el rango de no maduras. Indicios indirectos de madurez se pueden obtener a partir de los contenidos de ácidos húmicos debido a que éstas se desintegran durante la transición de la roca de la etapa de diagénesis a la

de catagénesis. Buen número de muestras de pozos están exentas de ácidos húmicos, hecho que atestigua la madurez de la M.O.

A partir de los resultados de la cromatografía gasiculada pueden ser consideradas inmaduras las muestras de arcillas de las Formaciones Carpitás, Chira y Verdún.

En general pueden ser consideradas rocas madre maduras las lutitas de las formaciones del Eoceno Inferior y Talara, siempre que estén a profundidades mayores de 1,3 Km. Las lutitas de las Formaciones Máncora y Heath se pueden considerar maduras a profundidades superiores de 950 m.

8.7.3 ESTUDIO DEL PETROLEO

Básicamente los hidrocarburos que forman el petróleo conservan un paralelismo con los hidrocarburos que componen el bitumen.

Existen métodos analíticos que permiten agrupar a los petróleos según familias que derivan de un mismo orden genético. La mayoría de las comparaciones entre petróleos se fundamenta en la similitud de compuestos hidrocarbonados definidos, los que pueden ir desde la identificación de un determinado componente hasta el examen detallado de la estereoquímica de los marcadores biológicos más característicos.

Se sabe que la composición del petróleo en el reservorio cambia a causa de un número de procesos de degradación no térmica. Los más comunes involucran desasfaltización por contacto con gas, segregación por gravedad, cambios debidos al contacto con aguas meteóricas y biodegradación.

La calidad y composición química del petróleo y los fluidos en el reservorio es una función directa de la M.O. original, la historia tiempo temperatura experimentada por la roca madre y el reservorio y los cambios de post depositación debido a agentes externos.

-RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS "ANALISIS DE CRUDOS" EN EL AREA DE ESTUDIO.

Los petróleos analizados son de buena calidad; sus gravedades específicas varían de 25° a 42° API. Los hidrocarburos son del tipo parafínico - nafténico, los mismos que están asociados a gas húmedo.

Todos los petróleos estudiados están genéticamente vinculados lo que sugiere que los mismos proceden de M.O., depositados en ambientes de facies sedimentarias semejantes afectados por procesos de maduración térmica moderada. Los resultados permiten inferir que la deposición debió haber transcurrido en ambientes de transición y marinos moderados con una importante acumulación de material herbáceo autógeno y detritus de plantas terrestres.

9.0 POTENCIAL HIDROCARBURIFERO Y PRINCIPALES AREAS PARA EXPLORACION DEL OBJETIVO "VERDUN"

Para ponderar las posibilidades exploratorias de una formación dada es imprescindible que sean conocidos los aspectos geológicos fundamentales que definen la generación (roca madre), migración, acumulación (roca reservorio), entrampamiento y preservación de los hidrocarburos.

A pesar de no haber sido resueltos definitivamente los problemas oleogenéticos, la presencia de hidrocarburos en las rocas reservorios de la Formación Verdún y de otras Formaciones en los yacimientos del Campo Petrolífero de Carpitás y algunas zonas aledañas al Norte y Sur del mismo (el pozo PB-56, ubicado a aproximadamente 5 Km al Sur del yacimiento Carpitás Oeste, encontró petróleo de 25,6° API en areniscas de la Formación Mirador) atestigua una relativa eficacia de los procesos migratorios en el área.

Las potenciales rocas reservorio, según las tendencias sedimentarias observadas, tendrían sus mejores

desarrollos en subsuelo en una zona relativamente restringida, la misma que se extiende a manera de una "franja" con orientación NE - SW, de 3 a 4 Km de ancho por aproximadamente 20 Km de largo (Fig.6). En el contexto de esta zona - en el subsuelo - la Formación Verdún estaría subyaciendo a formaciones Tardi Eocénicas y/u Oligo - Miocénicas.

De estas consideraciones se infiere que existen indicios aceptables respecto a la presencia de hidrocarburos y buenos desarrollos de las potenciales rocas reservorio de la Formación Verdún en la zona delimitada y arriba mencionada (Fig.6) lo que resta es la necesidad de definir los aspectos estructurales que podrían estar condicionando el entrampamiento y preservación de los hidrocarburos, los mismos que podrán precisarse mediante la interpretación de la información sísmica obtenida del levantamiento sísmico ejecutado.

10.0 LOCACIONES PROPUESTAS PARA DESARROLLO DEL OBJETIVO "VERDUN"

En los yacimientos Punta Bravo y Carpitas Oeste no son viables programas de desarrollo de pozos por interubicación en vista de que en los mismos las áreas desarrollables son muy restringidas y el riesgo estratigráfico es alto.

El yacimiento Carpitas Este, en donde la rocas reservorios de la Formación Verdún presentan cierta "continuidad" en la dirección NE - SW (por lo menos entre los pozos PB-54 y C-29) (Fig.20) es posible realizar un pequeño programa de desarrollo de pozos por interubicación, con un mínimo riesgo estratigráfico.

PRIMERA LOCACION - LOCACION 1¹()*

Estaría ubicada entre los pozos PB-90 y C-28 (ambos fueron productores); (Figs. 20 y 21) sus coordenados locales serían:

40.555 E

72.485 N

Profundidad : 1960´.

Esperándose cortar la siguiente secuencia:

Fm. Mirador: Superficie - 450´.

Fm. Chira : 450´ - 1130´.

Fm. Verdún : 1130´ - 1800´.

Fm. Talara : 1800´ - 1960´.

Las locaciones 2 y 3 estarían ubicadas entre los pozos C-28 y C-24 (ambos fueron productores) (Fig.20 y 21) debiendo estar condicionada la perforación en la locación 3 a los resultados de la perforación en la

(*) Se ha considerado 15 acres de área de drenaje para cada locación.

locación 2.

SEGUNDA LOCACION - LOCACION 2

Sus coordenadas locales serían:

40.885 E

72.800 N

Profundidad: 2000´.

La secuencia a cortarse sería:

Fm. Heath : Superficie - 340´.

Fm. Chira : 340´ - 1080´.

Fm. Verdún : 1080´ - 1850´.

Fm. Talara : 1850´ - 2000´.

TERCERA LOCACIÓN - LOCACIÓN 3

Las coordenadas locales serían:

41.080 E

72.915 N

Profundidad: 2000´.

La secuencia a cortarse sería:

Fm. Heath : Superficie - 440'.

Fm. Chira : 440' - 1110'.

Fm. Verdún : 1110 - 1870'.

Fm. Talara : 1870 - 2000'.

MAPA GEOLOGICO AREA CARPITAS

POR: A. CHALCO R.
O. ZEVALLOS N.
J. MANRIQUES S.
J. ESCUDERO R.
T. HUERTA K.
U. VIDAL L.

- ec - F Carpitas
- emi - F Mirador
- ech - F Chira
- ev - F Verdun
- ep - F Pozo
- ebt - F Brecha
- ets - F Talara Superior
- eti - F Talard Inferior
- emcb - M. Cabo Blanco
- echr - F Chacra
- Ppg - F Polegreda
- Ps - F Salina
- RFMg - F Mogollon

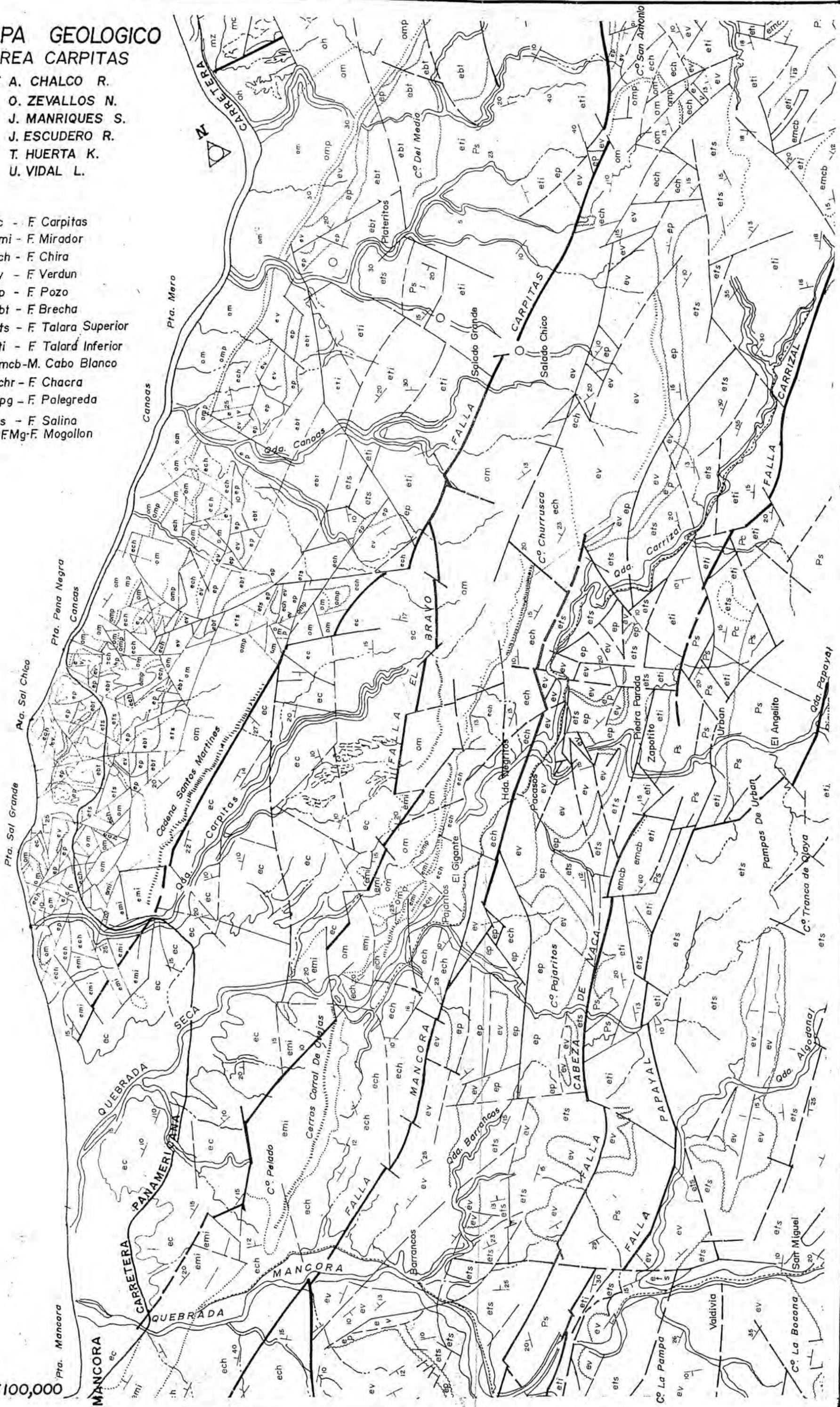


Fig. 5
Esc.: 1/100,000

11.0 MAPAS E ILUSTRACIONES

- Figura 1* Mapa del área de estudio.
- Figura 2* Límites de la Cuenca Talara.
- Figura 3* Columna estratigráfica del área.
- Figura 4* Sección sísmica GMP-92-1.
- Figura 5* Mapa geológico del área.
- Figura 6* Mapa de afloramientos de la Fm. Verdún y áreas prospectivas por el objetivo Verdún.
- Figura 7* Registro eléctrico típico de la Fm. Verdún.
- Figura 8* Traverse Qda. Plateritos.
- Figura 9* Traverse - Qda. Canoas.
- Figura 10* Traverse Qda. Pilar.
- Figura 11* Traverse - Qda. Negritos.
- Figura 12* Traverse - Qda. Miraflores.
- Figura 13* Sección estratigráfica X-X', uniendo los tres yacimientos del Campo Carpitás.
- Figura 14* Mapa de yacimientos del Campo Carpitás.
- Figura 15* Mapa estructural en el tope de la "arena productiva de la Fm. Verdún - Yacimiento Punta Bravo.
- Figura 16* Sección estructural Yacimiento Carpitás Oeste.
- Figura 17* Sección estructural Yacimiento Carpitás Oeste.
- Figura 18* Sección estructural - Yacimiento Carpitás Oeste.
- Figura 19* Mapa estructural en el tope de la "arena principal de la Fm. Verdún - Yacimiento Carpitás Oeste.

- Figura 20* *Sección estructural - Yacimiento Carpitas Este.*
- Figura 21* *Mapa estructural en el tope de la "arena".*
principal de la Fm. Verdún - Yacimiento Carpitas
Este.
- Figura 22* *Mapa de isoproducción acumulada - Yacimiento Punta*
Bravo.
- Figura 23* *Mapa de arena neta - Yacimiento Punta bravo.*
- Figura 24* *Mapa de isoproducción acumulada - Yacimiento*
Carpitas Oeste.
- Figura 25* *Mapa de arena Neta - Yacimiento Carpitas Oeste.*
- Figura 26* *Mapa de isoproducción acumulada - Yacimiento*
Carpitas Este.
- Figura 27* *Mapa de arena neta - Yacimiento Carpitas Este.*
-
- Figura 28* *Histograma TOC - sedimentos del Eoceno Inferior.*
- Figura 29* *Histograma TOC - sedimentos del Eoceno Medio.*
- Figura 30* *Histograma TOC sedimentos del Eoceno Superior.*
- Figura 31* *Histograma TOC - sedimentos Oligocénicos.*
- Figura 32* *Histograma MOS sedimentos Oligocénicos.*
- Figura 33* *Histograma TOC - sedimentos Oligo-Miocénicos.*
- Figura 34* *Histograma MOS sedimentos Oligo-Miocénicos.*

12.0 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- American I. P. C.* *Explorati3n Significance and Interpretation of Geochemical data from Block Z-1, Tumbes Basin and surrounding area Northwest Per3. 1993.*
- Bogom3lov A.I.* *Quimica del Petr3leo y del Gas. Editorial MIR, Mosc3, 1984.*
- Bush W.* *Estudios Geol3gicos complementarios de la regi3n Carpitas-Zorritos. Mosc3, 1992.*
- Chibnall, A.C., S.H.* *Conctitution of primary alcohols, fattty acids, and parafines presents in plant and insects Waxes. Biochem. Jour., V. 28 , 1934.*
- Dow, W.G.* *kerogen Studies and Geological, 1977. interpretations. Journal of Geochemical Exploration.*
- Gonzales G.* *Modelos Deposicionales en el Noroeste del Per3. Segundo Congreso Latinoamericano de Geologia. Caracas-*

Venezuela, 1976.

Hunt, J. M.

Distribución of carbon in crust earth. AAPG Bull., V. 56, 1972.

Petroleum Geochemistry and geology. W.H. Freeman and Company Eds.USA., 1979.

Levorsen A. I.

Geología del Petróleo. editorial Universitario de Buenos Aires, 1973.

Marocco R.

Caracterización de los Ambientes Sedimentarios en las series sedimentarias antiguas. ORSTOM. Quito, 1989.

Sanz, V.

Evaluación Geológica de los Yacimientos del Area Punta Bravo-Carpitas. Petróleos del Perú, Departamento de Geología, Div. Exploración, 1983.

- *Evaluación Geológica de la Región Máncora-Tumbes. Petróleos del Perú, Departamento de Geología, 1985.*

- Sanchez P.*
Villaorduña F. *Interpretación Geológica de las Formaciones Verdún, Echinocyamus y Ostrea. Area Punta Bravo-Carpitas. Cía. GMP S.A. 1992.*
- Selley C. R.* *Medios Sedimentarios Antiguos. h blume ediciones. Rosario 17 - Madrid 5, 1976.*
- Sojuzkarta - V.* *Estudio Fotogeológico, Geológico y Geoquímico. Lote Carpitas-Zorritos. Petróleos del Perú - GMP S.A. 1991.*
- Welte D. H.* *Petroleum Formation and Occurrence. Springer - Verlag - 1974.*
- Zevallos N.O.* *Proyecto de Exploración con pozos en el área de Carpitas. Informe del Departamento Técnico de Petróleo, Talara 1970.*