



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

**"METODOLOGIA PARA LA INTEGRACIÓN Y CARGA DE LOS
AMBIENTES SEDIMENTARIOS EN UN POZO TIPO
UTILIZANDO UN SOFTWARE "**

INFORME ESCRITO DE ACTIVIDAD PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O P E T R O L E R O

PRESENTA:

BALFRED GARCIA VILLANUEVA

Director:

Ing. Carlos Alberto Avendaño Salazar



MÉXICO D. F.

2014

DEDICATORIA:

A todos los que me abrieron las puertas y me ofrecieron su confianza, gracias por siempre a esas personas importantes en mi vida que estuvieron para brindarme toda ayuda con todo mi cariño esta tesina es dedicada para ustedes, por otra parte aquí también es justo agradecer a aquéllos que me han acompañado en la vida ofreciéndome su amistad o la oportunidad de fungir como escudero en las suyas.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de disfrutar la vida permitirme haber acabado mi carrera y poder compartir este momento importante con mis seres queridos

A la UNAM. Donde se me abrieron las puertas para poder forjarme un futuro en sus aulas y a la Facultad de Ingeniería por todo lo que en ella se enseña gracias.

Este proyecto no hubiese sido imposible sin la participación de familiares, amigos y compañeros que la vida me dio la oportunidad de conocer así como de compartir experiencias de conocimientos, sacrificios y sobre amistad y solidaridad

Agradezco de manera especial y sincera al Ing. Enrique Ortuño Maldonado por su apoyo, confianza y capacidad para guiar mis ideas, no solo para este trabajo sino por el aporte que hace como jefe, compañero y amigo.

A mis padres.

Gracias por darme la vida y otorgarme todos sus cuidados y así llegar a cada base de mi vida, su apoyo incondicional. Para poder salir a cumplir este sueño y más de una vez me demostraron que con esfuerzo y coraje se puede lograr todo lo que uno se proponga

A mi tía Elisa por haber formado parte de tu vida, siempre está presente te quiero.

A mi tío Ángel, donde te encuentres un abrazo

A mis hermanos

Ángel, Moreno, Efrén, María Teresa Armando y Ricardo. Por qué dieron sentido al pasado llenan de vida la actualidad y serán la ilusión mantenida de futuro

A mis primos

Paco, Sergio, Bruno, Maricela, Teresa, Mario, Libia, Lindoro, Serafín, Amado, Velia, Elda, Reyna Celia, Armida, Teófila, Rosa Liliét, Laura Elena, Elisa, Bruno, Griselda, Maribel, Fanny Elizabeth, Bruno Ernesto, Blenda, Ilse, José Joaquín. Todos me apoyaron de alguna forma para lograr este objetivo y nunca olvidare los grandes momentos que compartimos juntos

A mi esposa

Micaela por estos años de compartir esta aventura juntos gracias por tu amor, por tu apoyo incondicional para no bajar los brazos y así obtener este reconocimiento te admiro mucho sobre todo te amo con todas mis fuerzas

A mis hijos

Edzon Abimael y Frania. Que son mi gran motivación para no darme por vencido, llorar conmigo y a la vez soportar con valentía la distancia, son una bendición en mi existencia los amo.

Brenda Itzel llegaste y sigues en mi vida como un hermoso regalo que agradezco infinitamente

A mi hermana

Por ser parte de mí y por compartir su linda familia además de ser la persona que siempre ha estado conmigo sin importar las circunstancias y distancia te quiero, a Jesús tu esposo un abrazo

A mis cuñadas

Rubí, Julia, Raquel, Laura, Esmeralda. A ustedes gracias por ser parte de mi vida y de mis mejores recuerdos de momentos inolvidables a través de estos años las admiro

A Zoyla, por tenerme presente en tus oraciones este logro sé que es de gran regocijo para ti, gracias por creer en mí, te quiero.

A Mirna. Por estar siempre con nosotros y motivándome a seguir adelante esta tesina te incluye a ti gracias te quiero

A Esmeralda, .amiga hermana que llego para quedarse, gracias por estar presente en mi vida y con mi familia, al fin un sueño hecho realidad me es grato, compartirlo, la quiero

Carmela Flores. Por tu cariño que siempre he sentido presente gracias

A Gracia, Mary, Hilda, Gregoria, Cirina Yolanda, Ángela, Gina, Gerina, Esperanza, Agustina, Petra. Gracias por estar en los momentos, importantes acontecidos a mi familia, las quiero

A Olga Elisa, el recordar nuestros proyectos y sueños, nos dibuja una sonrisa, mi admiración y cariño de siempre.

Adolfo Agustín, al amigo hermano ausente compañero un abrazo

Alfonso Franco, amigo compadre, por tu amistad y confianza por todas las parrandas compartidas. Aquí estamos

Oscar Manuel, por todas las palabras de no claudicar gracias.

Arturo. Que sin ser parte de mi familia has estado a mi lado como si lo fueras gracias Ángel y Martha Silvia. Por brindarme su casa, confianza y ayuda para ustedes mi agradecimiento, gracias

Tíos, Primos, Sobrinos, Comadres y Compadres gracias por su Cariño y ayuda para llegar aquí los quiero mucho

A mis amigos de la UNAM Susana, Luis Enrique, Luis Norberto, Alma, Eloísa, Cinthya, Lucero, Juan, Enrique, Irene, por todos los momentos compartidos

A mis compañeros y amigos de trabajo Mary, Rosy, Mónica, José Luis, Jorge, Jesús, Iván Miguel, Aidé, Adrian, Flor, Jennifer, Alberto Jorge, Juan Carlos, Juan Manuel, Omar ,Israel, Manuel, Cesar, Moisés, Alejandro. Les agradezco su apoyo y el convivir dentro y fuera de las instalaciones de trabajo a todos ustedes, mi agradecimiento

A los Ings. Cesar Cabrera, Francisco Ángeles, Almansa, Efraín Álvarez, Lennin mazariego, Fidencio Zamora, Francisco Castillos, Ramón Espinosa, Carlos Gonzales, Elieser Pérez. Ignacio. Por la oportunidad de aprender de ustedes, por sus aportaciones gracias.

Caritina, José, Vicente, Emeterio, Benito, Juan Gabriel, Naty, Omar, Wenceslao, gracias. Raúl Vicario, por permitirme compartir con tu familia, esposa e hija, amigo fuerte abrazo. Gerardo, Fidel, Gracias por ofrecerme su confianza, amistad y ayuda por la hermandad que hemos logrado en estos últimos años un abrazo

A mi maestra, Reynalda A, Villalva con todo mi cariño y agradecimiento

A mis suegros, Benjamín Gallardo y Mariana Labastida

A Eugenia, Dora, Noemí, Patricia, Elizabeth, María Eugenia, Alicia, Cristel, Angelica, amigas en todo momento de mi vida, las quiero.

Amigos, Héctor, Marco Martin, Betty, Adrian, Ángel, Guadalupe, Diana, Paco

A MIS SINODALES:

Al Ing. Carlos Alberto Avendaño Salazar por aceptar ser Director del presente trabajo.

Al Ing. Manuel Juan Villamar Vigueras por participar como presidente

Al Doc. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo por su participación como secretario

Ing. Héctor Ricardo Castejón Pineda por su valioso tiempo dedicado para la revisión y comentarios para mejorar la presentación de esta tesina, por sus aportaciones y correcciones gracias.

Al Ing. Agustín Velazco Esquivel por su apoyo incondicional en el mejoramiento de este trabajo.

ÍNDICE

I. Resumen	7
II. Objetivo	8
CAPITULO I. Mapa de Ubicación	9
CAPITULO II. Marco Tectónico Regional	10
2.1. Breve Historia de la Tectónica de la Región	10
2.2. Modelo Esquemático Detallado	11
CAPITULO III. Antecedentes del Campo	14
3.1. Antecedentes Geológicos-Geofísicos	14
3.2. Antecedentes Estratigráficos	14
3.3. Modelo Sedimentológico de la Región	15
3.4. Ambientes Sedimentarios	16
CAPITULO IV. Marco Geológico	17
4.1 Columna Geológica del pozo	17
4.1.1. BP0	18
4.1.2. Cuerpo 23	18
4.1.3. Cuerpo 22	18
4.1.4. Cuerpo 21	18
4.1.5. Cuerpo 11	19
4.1.6. Cuerpo 9	19
4.1.7. Cuerpo 7	19
4.1.8. Cuerpo 5	19
4.1.9. Cuerpo 3	20
4.1.10. Cuerpo 1	20
4.2. Descripción de la Unidad Jurásico Superior - Tithoniano	21
4.3. Geología Estructural	21
CAPITULO V. Registros Geofísicos	22
5.1. Registro GR...	23
5.2. Registro de Densidad	23
5.3. Registro Sónico	24
5.4. Registro de Neutrón	24
5.5. Registro de Resistividad	25
CAPITULO VI. Metodología	26
6.1. Búsqueda de la información	26

6.2. Integración de los ambientes sedimentarios al software...	27
6.3. Desarrollo del Trabajo	28
6.4. Software Integrador empleado.....	29
6.5. Verificación de los Registros.....	30
6.6. Integración de las cimas Geológicas	31
6.7. Integración de los Metros desarrollados y Verticales.....	33
6.8. Integración de las edades.....	34
6.9. Integración del Registro GR.....	35
6.10. Integración de Intervalos Disparados y los Núcleos	36
6.11. Integración de los intervalos disparados.....	37
6.12. Integración de Núcleos.....	38
6.13. Integración de la Litología	39
6.14. Litología Integrada del Pozo.....	40
6.15. Integración del Registro RT.....	41
6.16. Integración de los Registros NPHI, RHOB y DT.....	42
6.17. Integración de la Porosidad	43
6.18. Integración de la Fracción Volumétrica.....	44
6.19. Integración de la Saturación de Agua	45
6.20. Integración de Volúmenes de Roca.....	46
6.21. Integración de Ambientes de Facies	47
6.22. Integración de Ambientes de Depósito	48
6.23. Integración de Ambientes de Energías	49
6.24. Integración de Ambientes Marino	50
6.25. Visualización del pozo con los Ambientes Sedimentarios Integrados y cargados.....	51
CAPITULO VII. Resultados	52
7.1 Resultados del Pozo.....	53
7.1.1. Intervalo KS (Cretácico Superior).....	53
7.1.2. Intervalo KM (Cretacico Medio).....	53
7.1.3. Intervalo KI (Cretácico inferior)	53
III - CONCLUSIONES.....	54
IV - ANEXOS.....	55
V - NOMENCLATURA DEL PROGRAMA.....	67
VI - BIBLIOGRAFÍA.....	68

RESUMEN

En el siguiente trabajo muestra la metodología que se emplea con ayuda de la interpretación petrofísica, para representar la integración y carga de los ambientes sedimentarios del pozo Ayatsil-DL1.

Este se encuentra ubicado dentro del Pilar de Akal - Reforma de la Sonda de Campeche en la Región Marina Noreste del Golfo de México.

Para comenzar con el trabajo debemos de tomar en cuenta que el pozo reúna las siguientes características: columna geológica completa, pozo sea vertical, contenga intervalos disparados, muestras de núcleos y los registros del pozo principalmente. Con la finalidad de obtener la mayor información posible del pozo.

Para llevar a cabo este trabajo, en primera instancia, se recopiló la información necesaria del pozo con ayuda de la base de datos de Aditep, informes finales del pozo, estado mecánico del pozo, informes litológicos, etc.

Posteriormente se incorpora la información de los registros del pozo, al software Integrador empleado, en el cual comenzaremos graficando cada uno de los carriles del pozo, los cuales son los siguientes: metros desviados, metros verticales, cimas geológicas, edades geológicas, registro GR, disparos, núcleos, litología, registro RT, registros (NPHI, RHOB, DT), porosidad (Phi Sec, Phi T), fracción volumétrica (Fv), saturación de agua (Sw), volúmenes de roca (Vdol, Vcal, Vsh), facies, ambientes de energía y ambientes marinos. Esto con la finalidad de integrar y cargar, los carriles que representen los ambientes sedimentarios del pozo Ayatsil-DL1, para tener una mejor visión del campo.

OBJETIVO

El objetivo principal del presente trabajo es mostrar la metodología que involucra la Integración y carga de los Ambientes Sedimentarios con ayuda de la Petrofísica, utilizando como herramienta un software Integrador, para este trabajo se tomó como estudio el pozo Ayatsil-DL1.

Esto con el propósito de caracterizar las unidades litoestratigráficas del pozo, principalmente en la unidad de Cretácico, donde se encuentran las principales brechas productoras de aceite de la Región Marina Noreste del Golfo de México, integrando modelos sedimentarios que representen rasgos estratigráficos, estructurales y sedimentarios para obtener así una mejor visión del pozo.

CAPITULO I. MAPA DE UBICACION.

El pozo Ayatsil-DL1, se localiza en aguas territoriales del Golfo de México frente a las costas de Campeche, a 130 Km. de Cd. del Carmen, Campeche a 4 Km. al SE 36° del pozo Ayatsil-1, dentro del Pilar Akal, sobre la línea 2132 m., y la traza 3620 m.

Mapa de Ubicación del Pozo Ayatsil-DL1

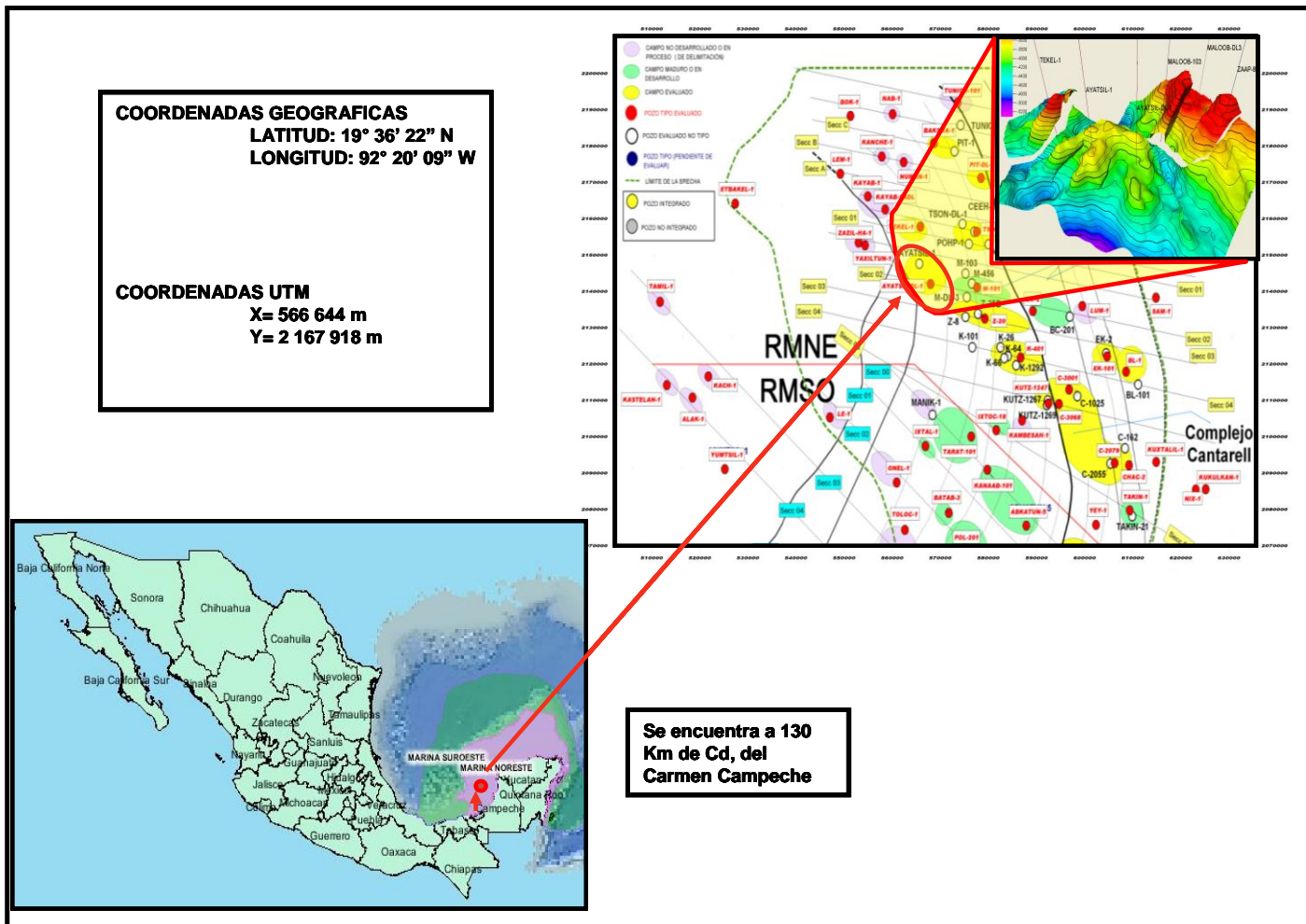


Figura 1.1.- Mapa de Ubicación del pozo Ayatsil-DL1

CAPITULO II. MARCO TECTÓNICO REGIONAL

2.1. Breve historia de la tectónica de la región

A continuación se describen los 2 principales eventos de deformación tectónico-estructural y su relación con la sedimentación que dieron origen a todas las trampas estructurales dentro del Pilar AKAL-REFORMA (Fig. 2.1). El primer evento fue de tipo distensivo y fue el que dio origen al Golfo de México y ocurrió durante todo el Jurásico. Como resultado de esta apertura se generaron fallas regionales de tipo normal en dirección preferencial N-S y NW-SE, resultando estructuras principalmente horsts y grabens. Esta deformación condicionó que existieran ambientes de alta energía que favorecieron los mejores depósitos almacenadores (mayor porosidad) en los paleoaltos comparados con los paleobajos. El evento distensivo finalizó en el Jurásico Superior-Tithoniano lo que dio origen a una etapa de estabilidad en la que dichas fosas o grabens, estas fueron rellenadas y niveladas por el depósito sedimentario del Cretácico Temprano. Esta etapa de estabilidad tectónica prevaleció durante el depósito del KM y KS, por lo que a escala de un campo se considera que sus espesores son isopacos o varían muy poco. Ya en el Mioceno, se deformaron todos los depósitos sedimentarios (mesozoicos y terciarios) por el evento compresivo Chiapaneco con dirección preferencial SW-NE. Esto creó todos los plegamientos o anticlinales presentes en la zona y que actualmente son los campos productores. Por ello, actualmente los ejes de la mayoría de los campos se encuentran alineados con dirección preferencial NW-SE y E-W (perpendiculares al esfuerzo principal chiapaneco SW-NE).

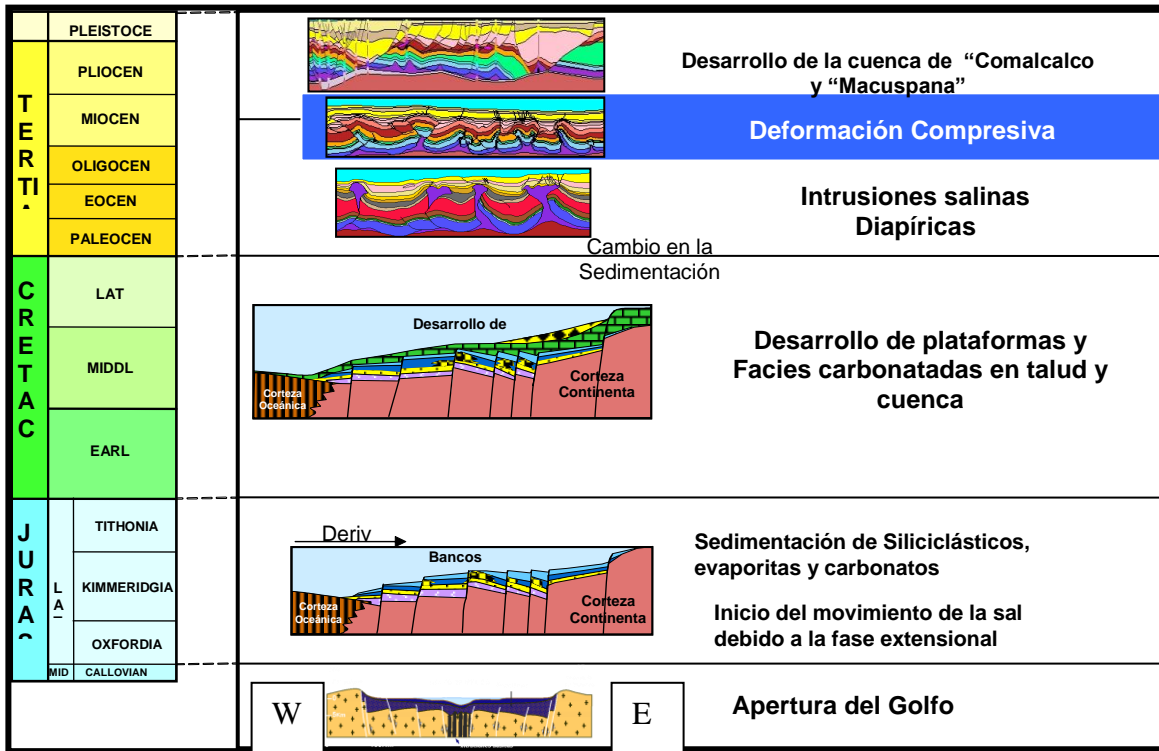


Figura 2.1.- Principales eventos tectónicos regionales vistos en una sección W-E. (tomada de la coordinación de caracterización estática de yacimientos región marina noroeste 2010)

2.2.- Modelo esquemático detallado

Para una mejor descripción del modelo de deformación y su relación o condicionamiento con la depositación, se planteó un esquema que representa la deformación estructural causada por los 2 principales eventos descritos en el párrafo anterior y los tipos de depósitos asociados (Fig. 2.2 y 2.3). El modelo plantea que la sal no generó estructuras tipo anticlinal sino que sólo se inyectó por las fallas o zonas de debilidad emplazándose así en niveles terciarios. Prueba de ello es que el campo gigante Cantarell tiene un cabalgamiento de aproximadamente 11 Km. y ninguno de los pozos perforados hasta el bloque autóctono (Sihil) muestran sal.

En la Figura 2.2 y 2.3 se representan en un modelo los dos principales eventos tectónicos descritos por etapas y su relación directa con el tipo de depósito sedimentario. En las Figuras 2.2A y 2.3A se parte de una estructuración jurásica tipo medios grabens que fueron rellenados por depósitos sedimentarios carbonatados del K inferior.

Los paleoaltos o horsts en el JSK y en el Ki presentan condiciones de alta energía que facilitaron la deposición de las mejores rocas almacén comparadas con las de los paleobajos o grabens. Posteriormente y una vez rellenada la paleo estructuración jurásica, se depositaron rocas de edad KM, KS y BTPKS las cuales a escala de un campo petrolero, se consideran isopacas o del mismo espesor. En las Figuras 2.2B y 2.3B se muestra los efectos de la deformación que dio origen a los alineamientos estructurales que hoy forman todos los yacimientos mesozoicos en el Pilar AKAL-REFORMA. También se aprecia que la sal migró aprovechando la reactivación de las fallas jurasicas que se comunican hasta el terciario, por ejemplo en el campo Caan. Finalmente en las Figuras 2.2C y 2.3C se muestra la sección sísmica que valida la integración de todos los eventos anteriormente descritos y que se encuentran representados en el modelo y corroborados por los pozos.

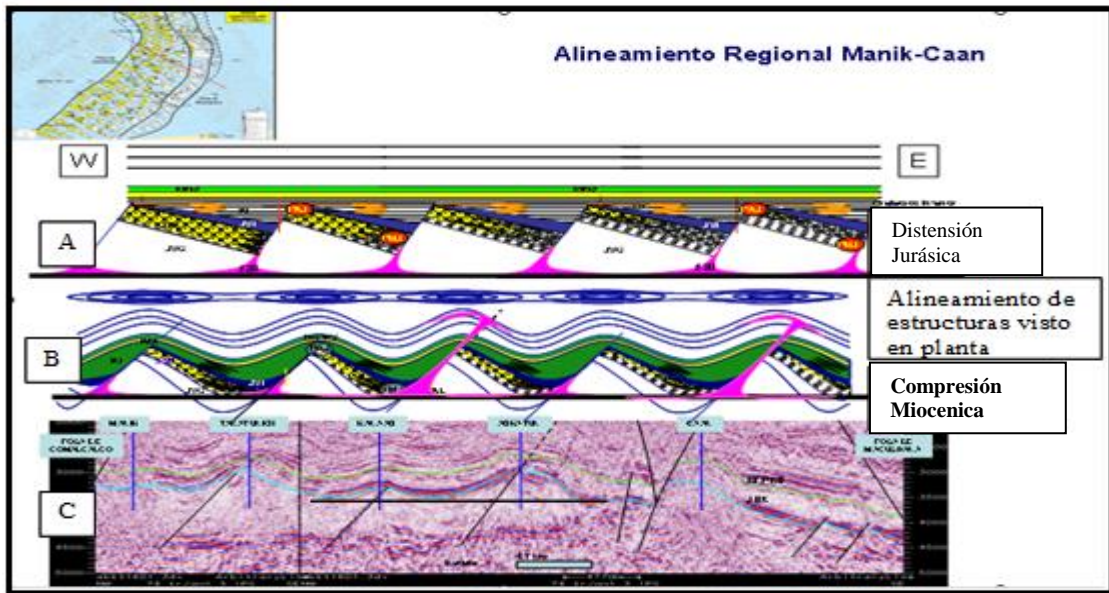


Figura 2.2 Línea sísmica con dirección NW-SE que muestra la relación de la tectónica Jurásica con 5 de los campos de la RMSO. Se muestra que todos los campos se encuentran alineados y cada uno está asociado a un paleoalto Jurásico, (tomada del Ing. Carlos Alberto González Morales, Ing. Enrique Ortuño Maldonado 2008)

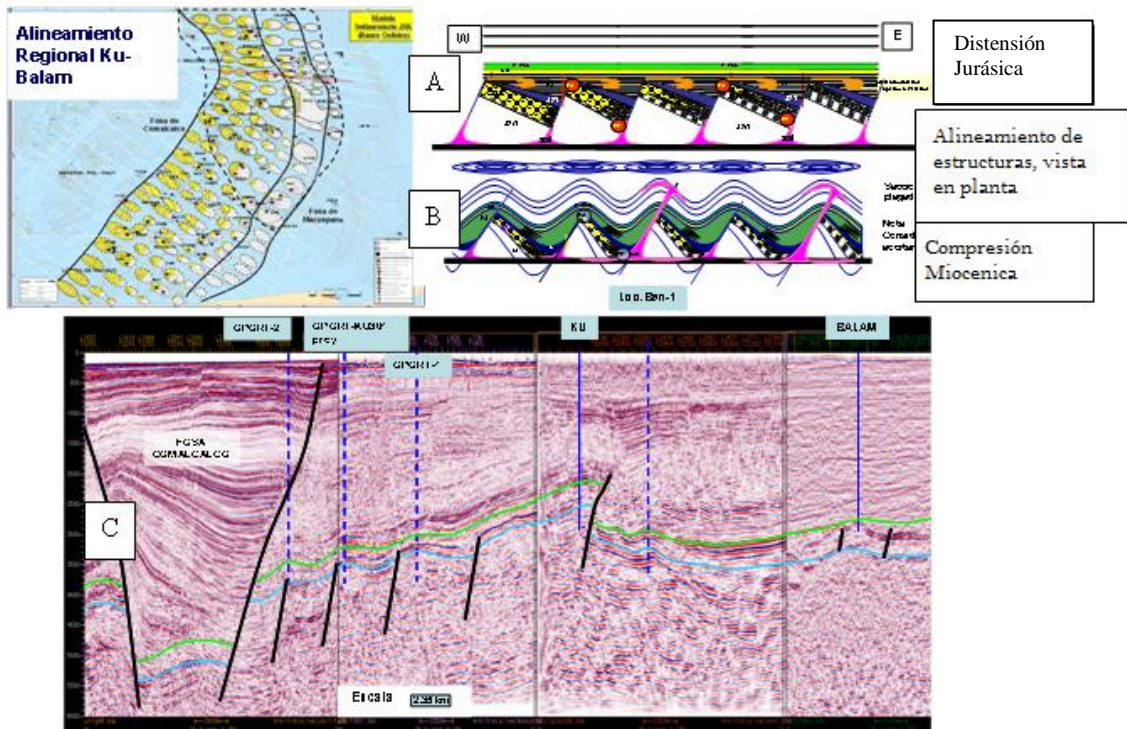


Figura 2.3.- Línea sísmica que muestra la relación de la tectónica jurásica con dos de los campos de la RMNE y con varias oportunidades exploratorias. Se muestra que todas las estructuras anticlinales se encuentran alineadas W-E y cada uno está asociado a un paleoalto Jurásico, (tomada del Ing. Carlos Alberto González Morales, Ing. Enrique Ortuño Maldonado 2008)

CAPITULO III. ANTECEDENTES DEL CAMPO

La Exploración Geológica en la Sonda de Campeche se remonta a los años 70's cuando existían en ella importantes manifestaciones de hidrocarburos. Esta región del país aporta aproximadamente el 70% de la producción nacional de aceite y gas, dicha producción proviene principalmente del "Play" Cretácico (brecha) y en un segundo orden del Jurásico Superior-Kimerigdiano y en poca proporción del Terciario.

3.1- Antecedentes Geológicos

Estructuralmente el pozo Ayatsil-DL1, se localiza en la porción noroeste del Pilar de Akal, muy cerca de los campos gigantes Ku-Maloob y Zaap. La trampa corresponde a una estructura anticlinal compuesta por tres anticlinales.

La orientación de la estructura es E-W y está afectada por fallas inversas en sus flancos N y S. La principal roca almacén está constituida por una brecha dolomitizada que corresponde al Cretácico Superior y los carbonatos fracturados del Cretácico Medio. La roca generadora de la cuenca corresponden a lutitas del Jurásico Superior-Tithoniano, la roca sello se encuentra constituida por lutitas del Terciario.

3.2- Antecedentes Estratigráficos

Por lo que respecta al Cretácico, la primera persona que trabajó la Estratigrafía y Sedimentología en especial las brechas productoras fue el Ing. Aurelio Flores Vargas (1976-1980) definiendo 23 horizontes.

Respetando la división ya hecha, el Ing. Ángeles Aquino, estableció lo siguiente: 1 y 3 para Cretácico Inferior; 5, 7 y 9, para Cretácico Medio y 11, 21, 22, 23 y BP0 para Cretácico Superior constituyendo unidades Litoestratigráficas y Facies que pueden ser seguidas y correlacionadas a grandes distancias sin mucha dificultad.

3.3.- Modelo Sedimentológico de la Región

Se han realizado con carácter regional en la Sonda de Campeche diferentes modelos sedimentarios del área marina. Para el caso que nos ocupa el modelo predominante es el de flujo de detritus que constituye flujos carbonatados que han caído de la plataforma a la cuenca a través de un talud constituyendo las Brechas productoras que hoy en día conocemos.

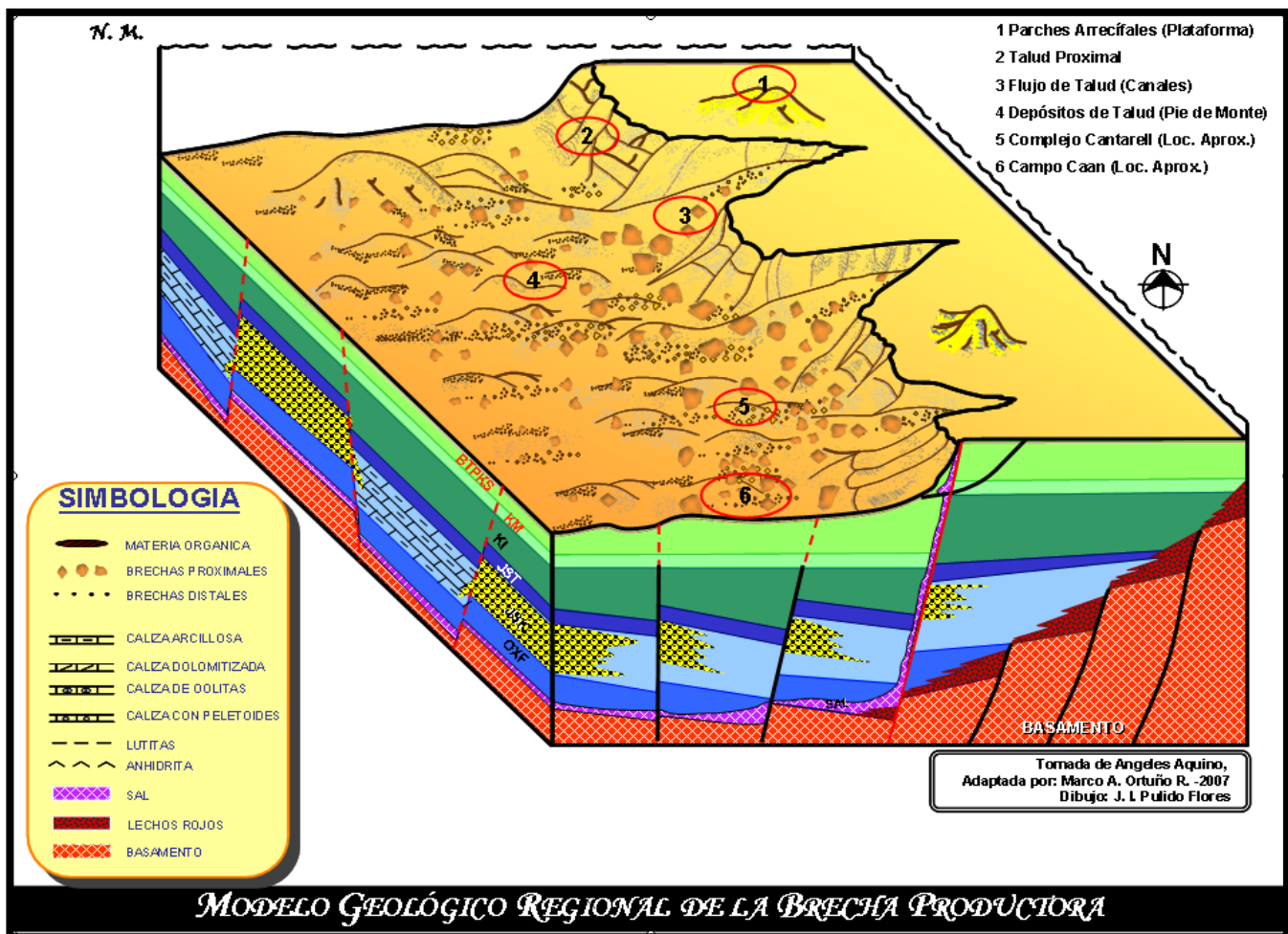


Figura 3.3.- Modelo geológico regional de la brecha productora (tomada de Ángeles Aquino, 1985).

3.4 Ambientes Sedimentarios

Los medios sedimentarios de transición entre el continente y el mar, puramente marinos, los constituyen la plataforma continental por un lado y el borde precontinental y la llanura abisal por el otro. A la Plataforma Continental van a parar gran cantidad de materiales detríticos transportados por los ríos y sedimentados en el mar dando lugar a las formas **deltaicas**. De ellos, los más finos se distribuyen en la plataforma. Además, es aquí donde la sedimentación organógena alcanza mayor desarrollo (por ejemplo, arrecifes coralinos). En el borde precontinental y llanura abisal existen dos tipos de sedimentación. Una autóctona o sedimentación pelágica producto de la acumulación de caparzones de organismos planctónicos, calcáreos y silíceos. Y por otra, alóctona, o de tipo detrítico, a base de los materiales que desde el continente pasan a través de la plataforma continental, depositándose al pie del talud.

CAPITULO IV. MARCO GEOLÓGICO

4.1.- Columna Geológica del Pozo Ayatsil-DL1

La columna geológica atravesada comprende rocas que van desde el Reciente y Pleistoceno, cima hasta el Jurásico Superior-Tithoniano, base. Las relaciones estratigráficas se presentaron de manera concordante. Las edades de las rocas se dataron en base al contenido faunístico, no así en el Cretácico Superior, Medio e Inferior, los cuales se determinaron en base a la correlación de marcas eléctricas establecidas de los registros, apoyados con la litología. La Figura 4.1 muestra toda la columna geológica del Pozo.

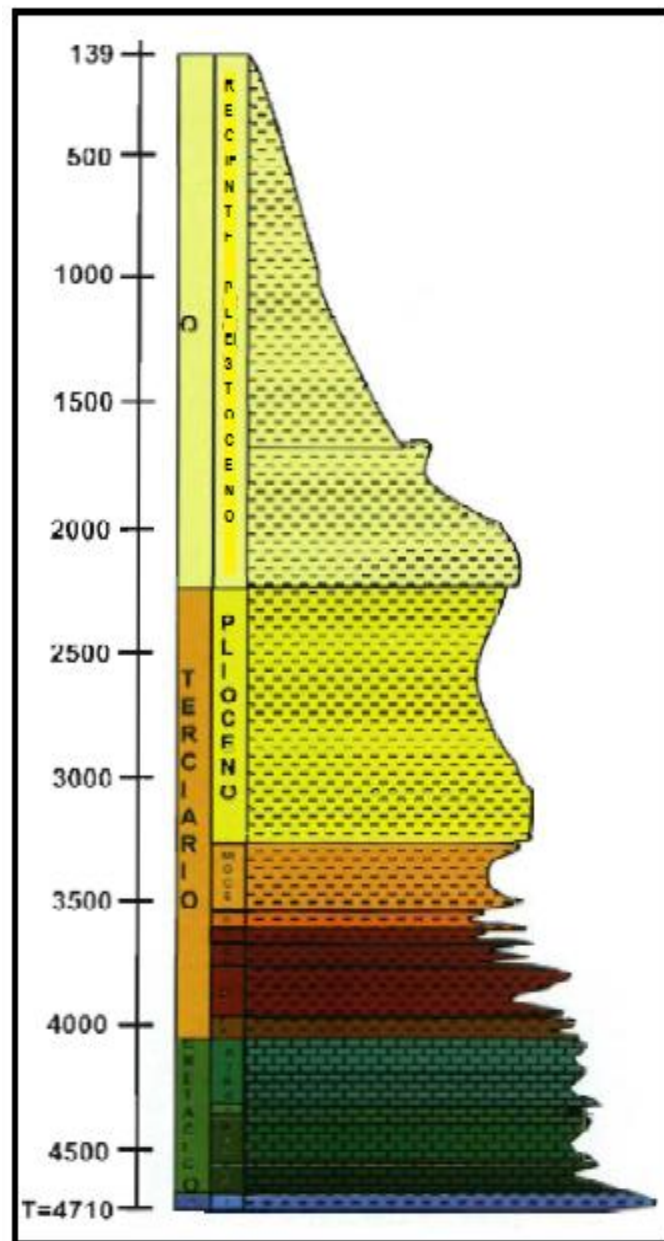


Figura 4.1.- Columna esquemática del Pozo Ayatsil-DL1

4.1 División de las Unidades Litoestratigráficas del Cretácico BTPKS (brecha)

BTP-KS				
BP0	C23	C22	C21	C11

Tabla 4.1 Divisiones de las unidades Litoestratigráficas del Cretácico Superior.

4.1.1.- BP0

Lo constituyen conglomerados polimicticos medianamente clasificados constituidos por fragmentos heterogéneos (litoclastos y bioclastos) en una matriz bentonítica calcárea. Estas rocas representan el final de un ciclo sedimentario y el comienzo de otro y son el resultado de la erosión de las brechas preexistentes.

4.1.2- Cuerpo 23

Brecha calcárea polimictica mal clasificada, constituída por exoclastos heterogéneos de colores gris claro a crema, integrada por granos irregulares caracterizados por calizas, calcareníticas, dolomitizadas, silisificadas y arcillosas en una matriz micrítica ligeramente bentonítica en esta unidad correspondientes al Maestrichtiano porosidad secundaria en fracturas y cavidades de disolución así como impregnación de aceite pesado.

4.1.3.- Cuerpo 22

Brecha calcárea polimictica mal clasificada, constituída por exoclastos heterogéneos de colores crema, café y gris olivo, en un cementante calcáreo bentonítico, su estructura es brechoide, con intercrecimiento de cristales, fracturas selladas por calcita. Presenta porosidad secundaria en cavidades de disolución y fracturas con impregnación de aceite pesado.

4.1.4.- Cuerpo 21

Brecha calcárea polimictica mal clasificada, constituída por exoclastos heterogéneos (litoclastos y bioclastos) de colores crema, café y gris olivo, distribuidos sobre un cementante calcáreo bentonítico. Por lo general se observa parcialmente dolomitizada constituyendo dolomías microcristalinas subhedrales

con textura en mosaico. Tiene porosidad secundaria en fracturas y cavidades de disolución e intercrystalina. En esta unidad comienza a observarse los primeros flujos de detritos que indican el inicio de depósito de brechas productoras.

4.1.5.- Cuerpo 11

Constituída por mudstone arcilloso de color gris oscuro a negro, presenta micro laminaciones regulares que indican un periodo de estabilidad sedimentaria.

KM		
C5	C7	C9

Tabla 4.2 Divisiones de las unidades Litoestratigráficas del Cretácico Medio.

4.1.6.- Cuerpo 9

Está constituída por mudstone arcilloso de color negro, con intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas de color negro, se observa abundante pedernal negro que indica condiciones de depósito reductoras.

4.1.7.- Cuerpo 7

Esta constituída por mudstone arcilloso de color negro, ocasionalmente se encuentra dolomitizado constituyendo porosidad secundaria intercrystalina.

4.1.8.- Cuerpo 5

Es más arcillosa, está constituída por intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas de color negro que gradúan a calizas arcillosas.

K I	
C1	C3

Tabla 4.3 Divisiones de las unidades Litoestratigráficas del Cretácico Inferior.

4.1.9.- Cuerpo 3

Constituída por mudstone bentonítico de color gris olivo, se observa ocasionalmente dolomitizada constituyendo dolomías criptocristalinas, se presenta en algunas partes cretosa y con una gran cantidad de estilolitas, algunas de las cuales contienen aceite residual.

4.1.10.- Cuerpo 1

Esta unidad fue niveladora de las paleoestructuras Jurásicas, razón por la cual presenta cambios diagenéticos muy bien identificados, hacia los paleoaltos se observan dolomías microcristalinas, y en los bajos estructurales se presentan mudstone dolomitizados.

4.2 Jurásico Superior-Tithoniano

La unidad está representada litológicamente en la parte inferior por una lutita café oscuro a negra, suave, de aspecto bituminosa; en su parte superior por un mudstone arcilloso café oscuro a negro, semiduro, de aspecto bituminoso, con intercalaciones delgadas de mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos crema a blanco y café claro, semiduro a duro, ligeramente dolomitizado.

4.3 Geología Estructural

La estructura del campo Ayatsil se encuentra ubicada al noreste del pilar de Akal, a nivel Cretácico, se encuentra en una estructura constituida por tres anticlinales; el eje de las estructuras donde se perforó el pozo Ayatsil-DL1; tiene una orientación NE-SW y al Norte de estas estructuras se encuentra el tercer anticlinal con una orientación NW-SE. Este campo está limitado hacia los flancos por fallas inversas. La Figura 4.2 muestra el comportamiento estructural de anticlinales y fallas del campo Ayatsil.

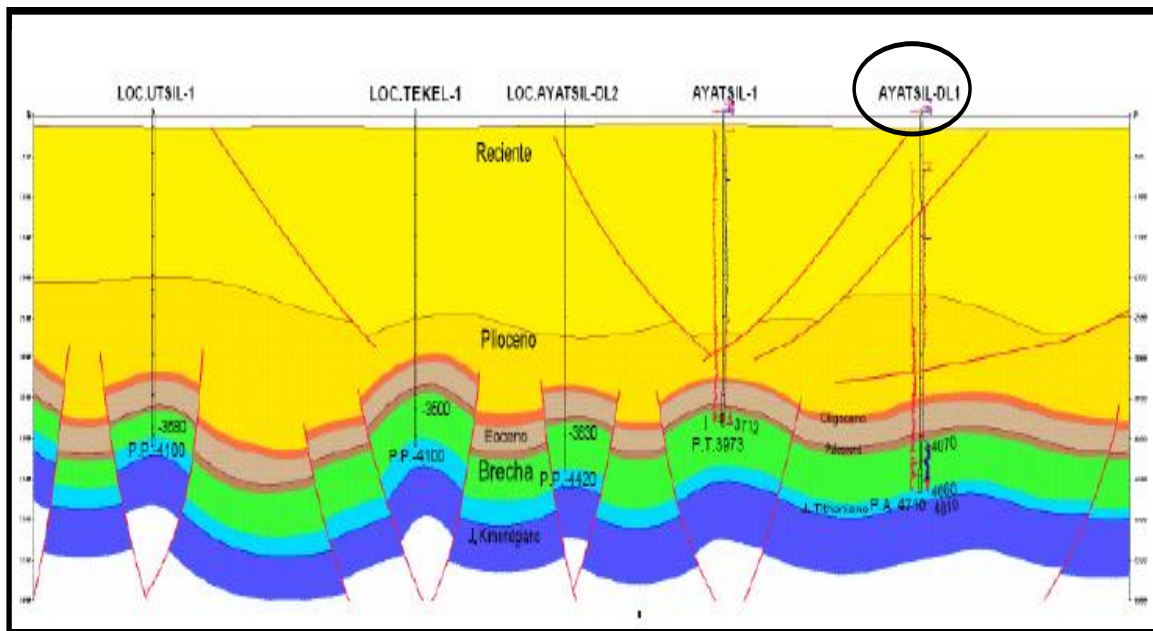


Figura 4.2.- Sección estructural del Campo Ayatsil.

CAPITULO V. REGISTROS GEOFÍSICOS

Los principales registros para la obtención y el resultado de una buena petrofísica son los siguientes.

Registros de Entrada

Rayos Gamma	GR
	CGR

Registros de Porosidad	NPHI
Registros de Densidad	RHOB
Registro Sónico	DT

Registros Resistivos	RT
	LLD
	LLS

La Figura 5.1 muestra los registros graficados de acuerdo a sus escalas lineales o logarítmicas.

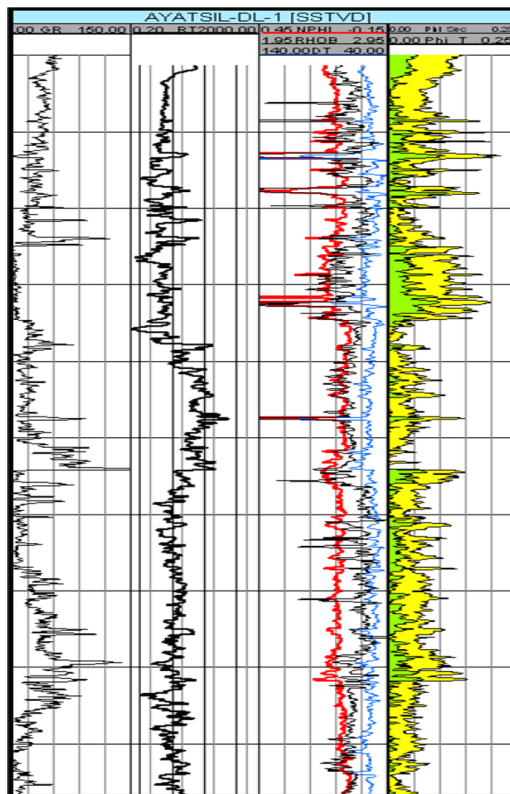


Figura 5.1.- Registros Geofísicos utilizados en la integración Petrofísica.

5.1. Registro Rayos Gamma (GR).

La lectura del registro es normalmente alta en arcillas, debido a la radiactividad natural producida por uranio y potasio que frecuentemente existen en este tipo de rocas. En contraposición, las rocas almacén limpias presentan lecturas normalmente bajas a menos que contaminantes radioactivos como cenizas volcánicas o residuos de granito estén presentes o que las aguas de formación contengan sales radioactivas disueltas. A medida que aumenta la arcillosidad en el yacimiento, aumenta la lectura del GR. La respuesta del registro de GR, después de las correcciones apropiadas para el pozo, es proporcional a las concentraciones en peso del material radioactivo en la formación:

$$GR = \frac{\sum \rho_i V_i A_i}{\rho_b} \dots\dots\dots(5.1)$$

Donde:

ρ_i = Densidades de los minerales radiactivos.

V_i = Factores de volumen total de los minerales.

A_i = Factores de proporcionalidad correspondientes a la radioactividad del mineral.

ρ_b = Densidad global de la formación

5.2. Registro de Densidad.

Registro poco sensible a la presencia de lutitas en el yacimiento, debido al pequeño contraste entre la densidad de las lutitas y de las rocas almacén limpias. Cuando existe contraste, la densidad del registro aumenta o disminuye con relación al valor de la roca limpia, según que la densidad de la lutita sea mayor o menor que la de la roca limpia. Los registros de densidad se usan principalmente como registros de porosidad, otros usos incluyen identificación de minerales en depósitos de evaporitas, detección de gas, determinación de la densidad de hidrocarburos, evaluación de arenas con arcilla y de litologías complejas, determinación de lutitas productoras de aceite, cálculo de la presión de sobrecarga y propiedades mecánicas de las rocas.

5.3. Registro Sónico.

Poco sensible a la presencia de arcillas en el yacimiento, el efecto de la presencia de lutitas en el yacimiento dependerá del contraste entre los valores del registro sónico para la lutita para la roca almacén. En caso de que exista un derrumbe y filtrado a la formación, el registro se ve fuertemente afectado. El tiempo de tránsito para una formación determinada depende de su litología y su porosidad. Cuando se conoce la litología esta dependencia de la porosidad hace que el registro sónico sea muy útil como registro de porosidad. Los tiempos de tránsito sónicos integrados también son útiles al interpretar registros sísmicos.

Las velocidades sónicas en litologías de formaciones comunes fluctúan alrededor de 6000 a 23000 pies /seg. Para evitar fracciones decimales pequeñas se registra el inverso de la velocidad en microsegundo por pie sobre un intervalo cerca de 44 μ s/pie para dolomía densa de porosidad cero a cerca de 190 μ s / pie para el agua.

5.4. Registro de Neutrón.

La lectura del registro en lutitas es normalmente alta, siendo este valor mucho mayor que la lectura del registro en la roca almacén limpia. El efecto de la presencia de lutita en el yacimiento es el incremento notable de la lectura del registro de neutrón; su respuesta se basa en la cantidad de hidrógeno en la formación. Por lo tanto, en formaciones limpias cuyos poros estén saturados con agua o aceite, el registro de neutrones refleja la cantidad de porosidad saturada de fluido. La respuesta de la herramienta de registro en una caliza saturada de agua con una porosidad de 19% se definió en 1000 unidades API.

5.5 Registros de resistividad.

La lectura de los registros de resistividad en lutitas está normalmente en el rango de 1 – 4 [ohm – metro]. La lectura de la resistividad en las rocas – almacén es generalmente alta, por lo que el efecto de la arcillosidad en el yacimiento será el de presentar lecturas de bajo rango.

Por otra parte, la lectura de los registros de resistividad en rocas limpias saturadas con agua salada es bastante baja, por lo que en estos casos no habrá un efecto notable en los registros por presencia de arcillas en el yacimiento.

CAPITULO VI. METODOLOGÍA

La metodología del presente trabajo consiste en la búsqueda de la información y el vaciado de ésta al software integrador empleado, para realizar la integración y carga de los ambientes sedimentarios.

6.1. Búsqueda de la información

- ◆ Recopilación de la información de la base de datos de Aditep (Pemex)
- ◆ Informes finales
- ◆ Registros
- ◆ Intervalos disparados
- ◆ Núcleos tomados
- ◆ Tarjeta del Pozo
- ◆ Visualización del Software Integrador.
- ◆ Seleccionamos los registros de interés para evaluar litología: CGR, Resistivos (LLD, LLS, RT, MSFL) y porosidades (NPHI, DTCO, RHOB y el PEF como calibrador de litología).
- ◆ Una vez obtenidos los registros se cargan en una hoja de cálculo denominada análisis especializado litoestratigráfico, donde se ordenan de acuerdo a como se van a ir utilizando.
DEPHT, CALI, BS, CGR, RT, NPHI, PEF, RHOB, DTC, URAN, THOR.
- ◆ Una vez ordenados los registros, seleccionamos la zona de interés, siendo la del Cretácico.

6.2. Integración de los ambientes sedimentarios al Software integrador

- ◆ Se descargan las cimas geológicas del pozo, se cargan en una hoja de cálculo como texto, el cual se integra al software.
- ◆ Se integran los metros Desarrollados y los metros Verticales, con respecto a la profundidad del pozo.
- ◆ Se integra el carril de las Edades del pozo.
- ◆ Se integra el Registro GR (Rayos Gama).
- ◆ Se bajan los intervalos Disparados y los Núcleos, de igual manera se realiza un programa de texto el cual se integra al Software Petrel.
- ◆ Se integra el Registro RT (Resistivos).
- ◆ Se integran los Registros de Porosidad (NPHI, RHOB y DT).
- ◆ Se grafica la columna de la Litología del pozo, nombrada Lito 1 y Lito 2, se adecuan los cuerpos a los metros tomados en el pozo y se designan colores y la textura a cada cuerpo o formación del pozo.
- ◆ Se grafica la columna de Volúmenes de Roca, los principales son:
Volumen de Dolomía (Vdol_N).
Volumen de Caliza (Vcal_N).
Volumen de Arcilla (Vsh_N).
- ◆ De igual manera se grafican las porosidades, la Fracción Volumétrica y Saturación de Agua:
Porosidad Secundaria (Phi_Sec).
Porosidad Total (Phi_T).
Fracción Volumétrica (Fv).
Saturación de Agua (Sw).
- ◆ Se integran los carriles de Facies, Ambiente Marino, Ambiente de Depósito y Energía, permitiendo este proceso mostrar la integración y carga de los Ambientes Sedimentarios del pozo.

6.3. Desarrollo del Trabajo

Recopilación de la información de la base de datos Aditep (PEMEX)

El desarrollo del trabajo se basa en la búsqueda de la información, como verificar que el pozo cuenta con la información necesaria, la cual consta de informes finales, tarjeta de pozo, intervalos disparados, núcleos tomados, descripción litológica y los registros editados. La Figura 6.1 muestra la base de datos de Aditep, la cual proporciona los datos e información del pozo.

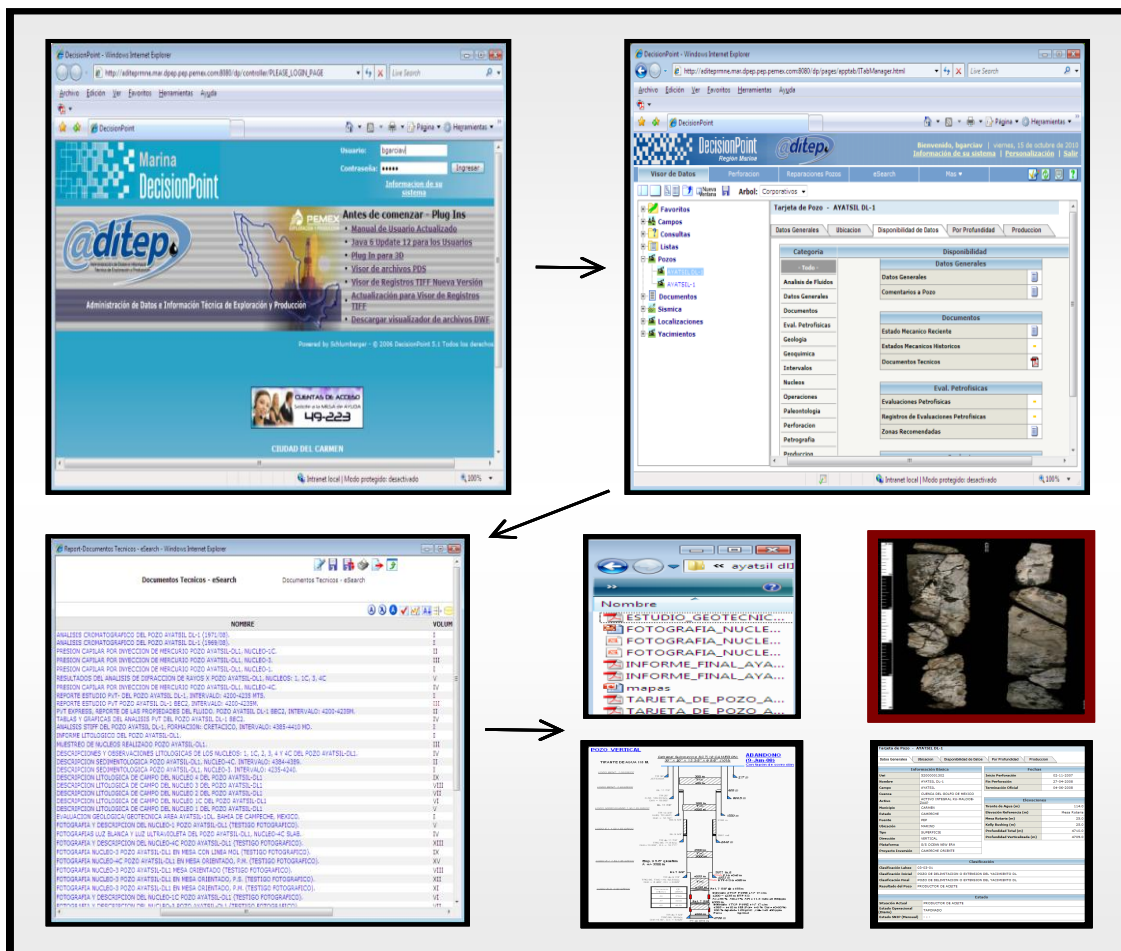


Figura 6.1.- Muestra la presentación de la base de datos Aditep y la siguiente Información: Informes finales, tarjeta de pozo, análisis especial de Núcleos, litología, estudios anteriores, información sísmica.

6.4. Software empleado

Es un software para PC destinado al depósito de datos sobre el petróleo de múltiples fuentes. Permite al usuario interpretar los datos sísmicos, para un buen desempeño de correlación, integración petrofísica, construir modelos de yacimientos adecuados para la simulación, presentar y visualizar los resultados de simulación, cálculo de volúmenes, la realización de mapas y diseñar estrategias de desarrollo para optimizar la exploración y explotación del yacimiento petrolero. En la Figura 6.2 se muestra la ventana de inicio del software.

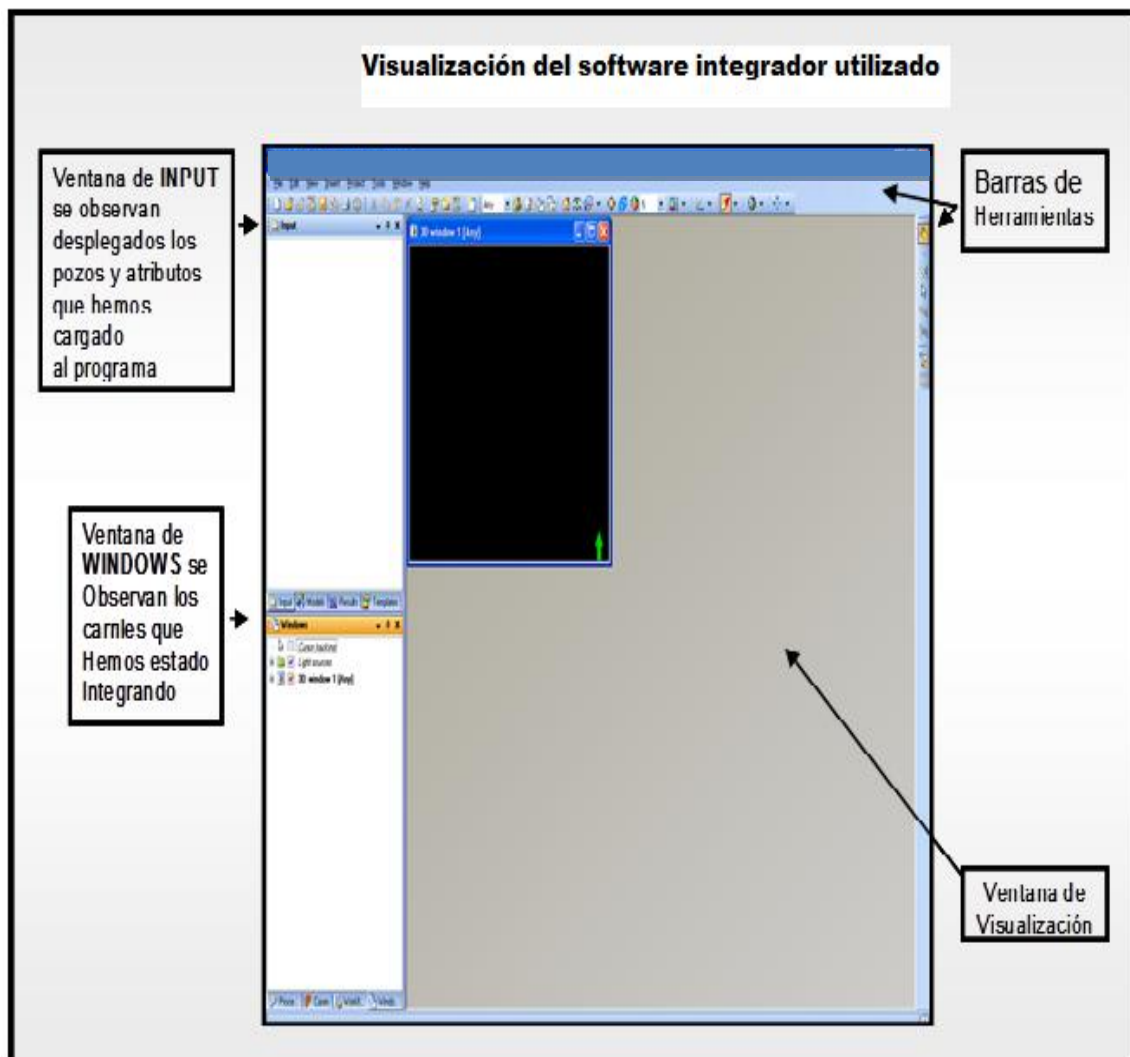


Figura 6.2 Muestra la visualización de entrada al Software Integrador utilizado.

6.5. Verificación de los Registros

Es muy importante revisar, que los registros aparezcan visualizados o cargados en la ventana de input software integrador. La Figura 6.3 muestra la visualización de los registros dentro de la ventana input del software.

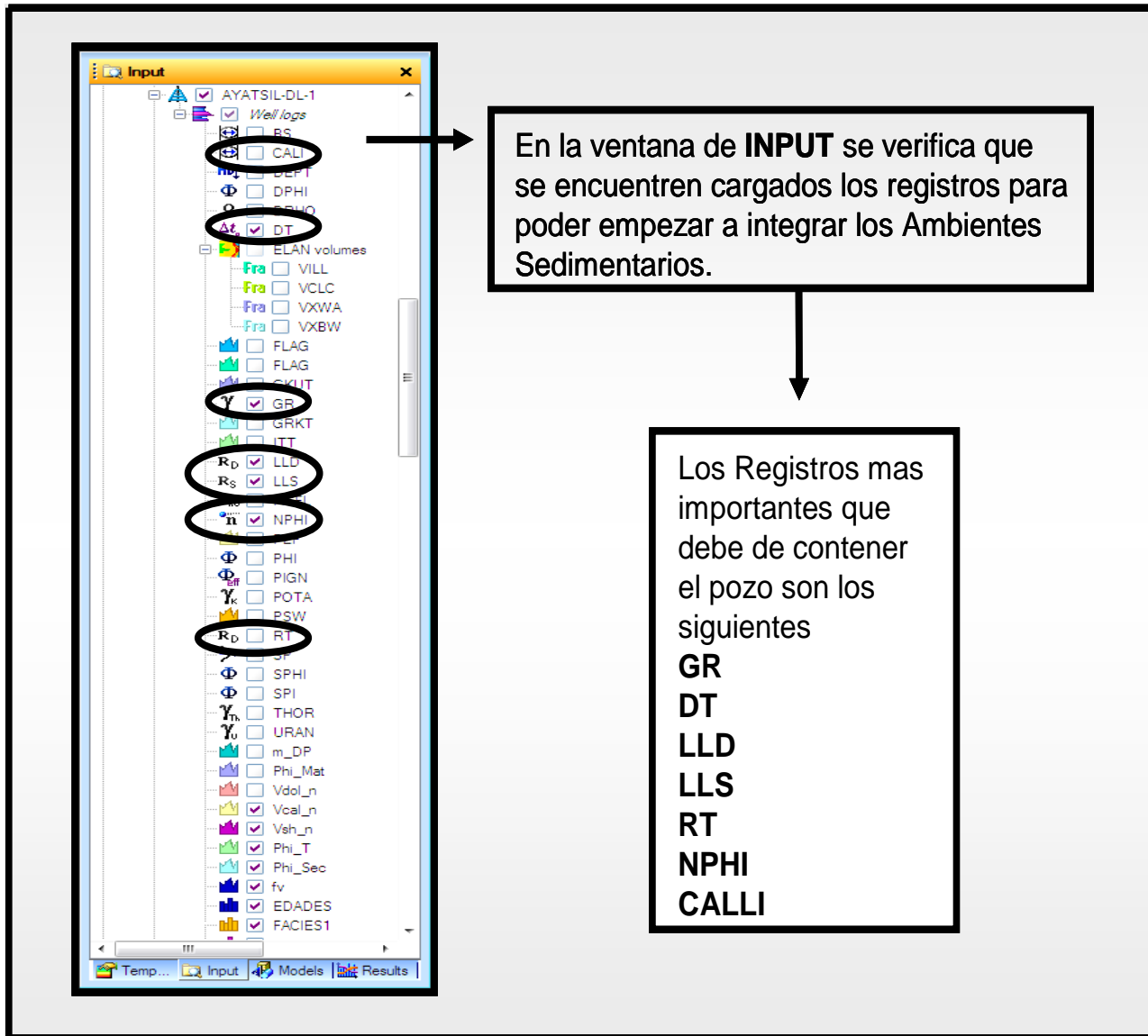
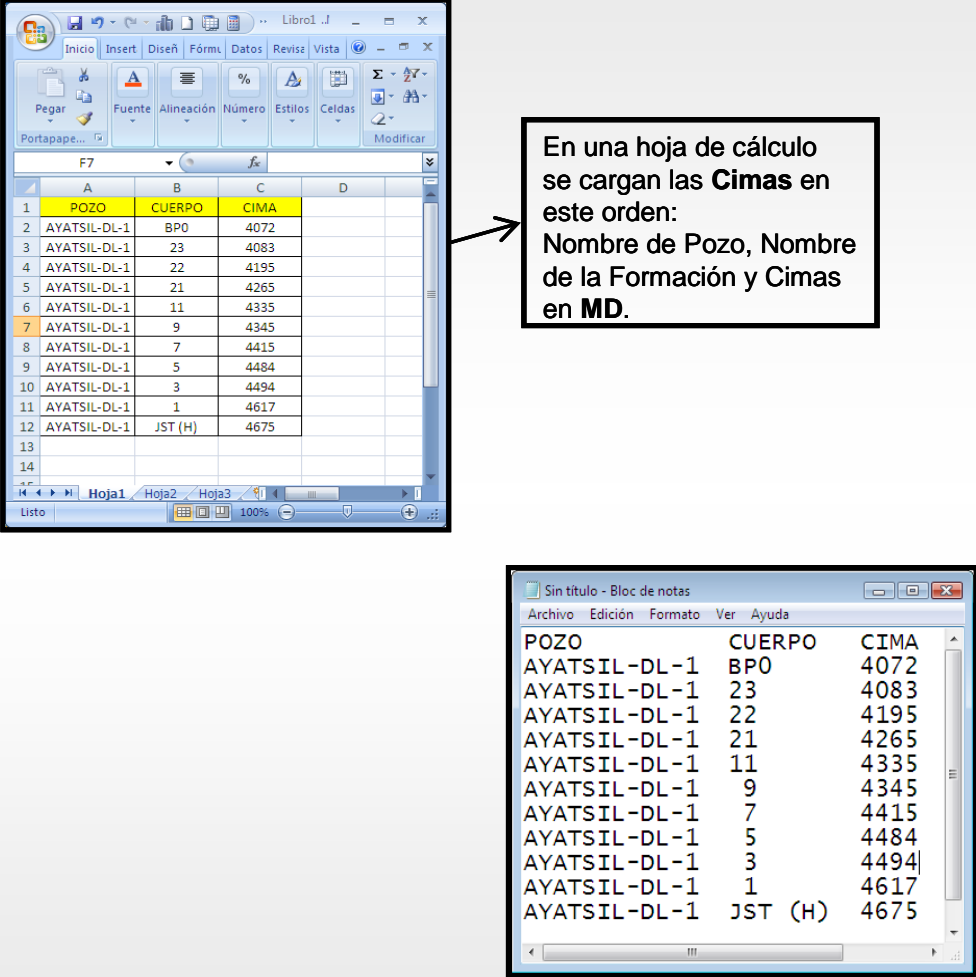


Figura 6.3.- Muestra los principales registros que debe de contener el pozo, estando estos cargados podemos empezar con la integración y carga de los Ambientes Sedimentarios.

6.6. Integración de las Cimas Geológicas.

Las cimas geológicas nos proporcionan las profundidades del pozo, las cuales nombramos como unidades o cuerpos litoestratigráficos, éstas son distribuidas de acuerdo a las edades correspondientes del pozo. La Figura 6.4 muestra el orden que deben llevar las cimas geológicas. La Figura 6.5 muestra los pasos a seguir para cargar los datos al software Integrador y la Figura 6.6 muestra el carril con las unidades o cuerpos litoestratigráficos., de acuerdo a las profundidades del pozo.



The figure illustrates the process of integrating geological data. On the left, an Excel spreadsheet (Hoja1) displays a table with three columns: POZO, CUERPO, and CIMA. The data is as follows:

	POZO	CUERPO	CIMA
1			
2	AYATSIL-DL-1	BP0	4072
3	AYATSIL-DL-1	23	4083
4	AYATSIL-DL-1	22	4195
5	AYATSIL-DL-1	21	4265
6	AYATSIL-DL-1	11	4335
7	AYATSIL-DL-1	9	4345
8	AYATSIL-DL-1	7	4415
9	AYATSIL-DL-1	5	4484
10	AYATSIL-DL-1	3	4494
11	AYATSIL-DL-1	1	4617
12	AYATSIL-DL-1	JST (H)	4675

An arrow points from the Excel spreadsheet to a Notepad window on the right. The Notepad window shows the same data as text, with columns separated by tabs. A second arrow points from the Notepad window to a text box.

**En una hoja de cálculo se cargan las Cimas en este orden:
Nombre de Pozo, Nombre de la Formación y Cimas en MD.**

Se guarda como texto delimitado por tabulaciones.

Figura 6.4.- Muestra las profundidades a las que se encuentran registradas las cimas geológicas de cada cuerpo o unidad litoestratigráfica del pozo.

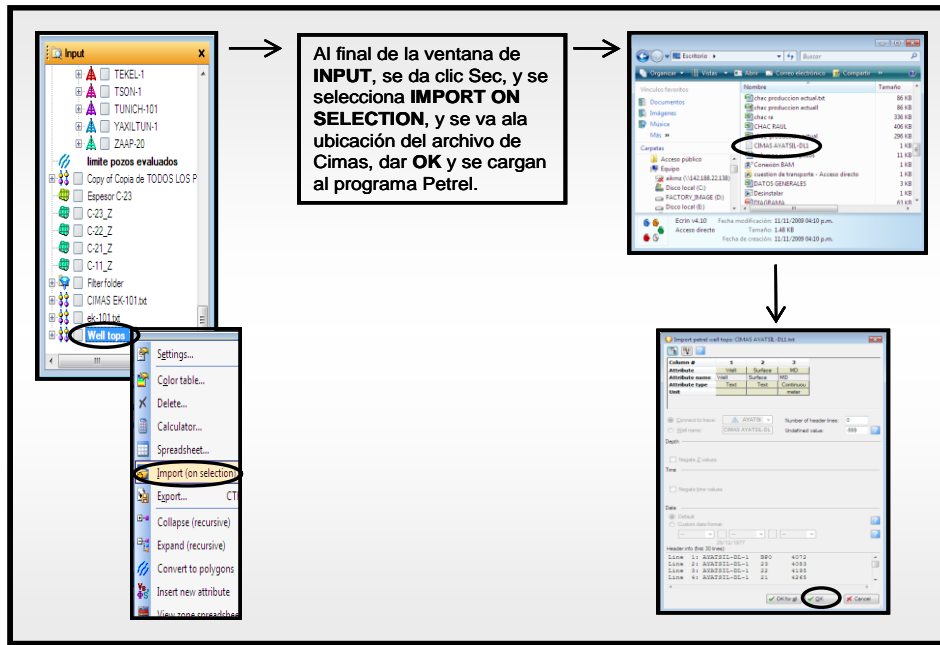


Figura 6.5. - Muestra los pasos a seguir para integrar las cimas geológicas al software Integrador.

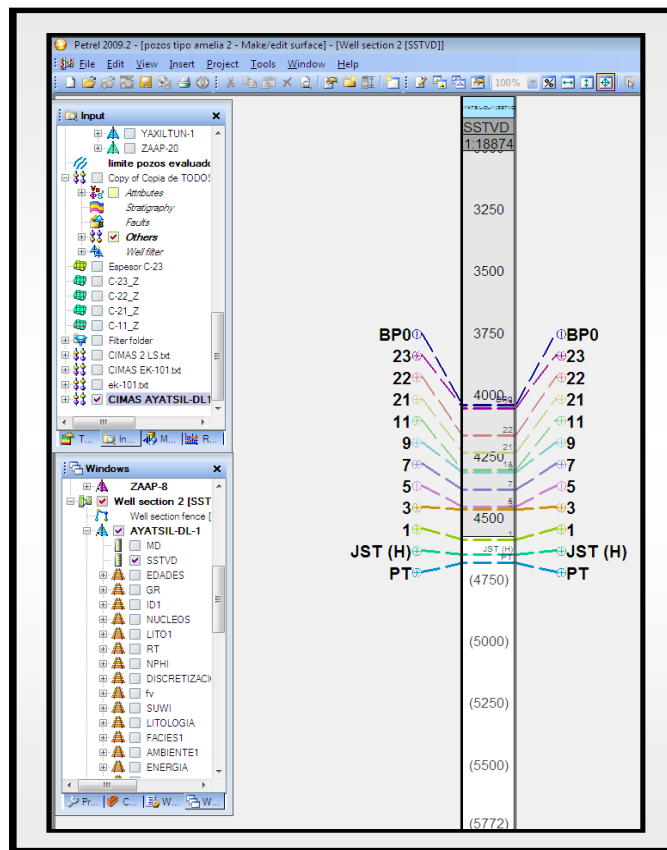


Figura 6.6.- Muestra graficadas las cimas Geológicas del pozo Ayatsil-DL1

6.7. Integración de los Metros Desarrollados y Verticales

Los metros desarrollados (MD) y verticales (SSTVD), muestran las profundidades contenidas dentro del pozo que van de los (4072 - 4710 m). La Figura 6.7 muestra los metros desarrollados y verticales del pozo. La Figura 6.8 muestra los metros desarrollados y la desviación que ha tenido el pozo y para los metros desarrollados se observa que el pozo es direccionado verticalmente.

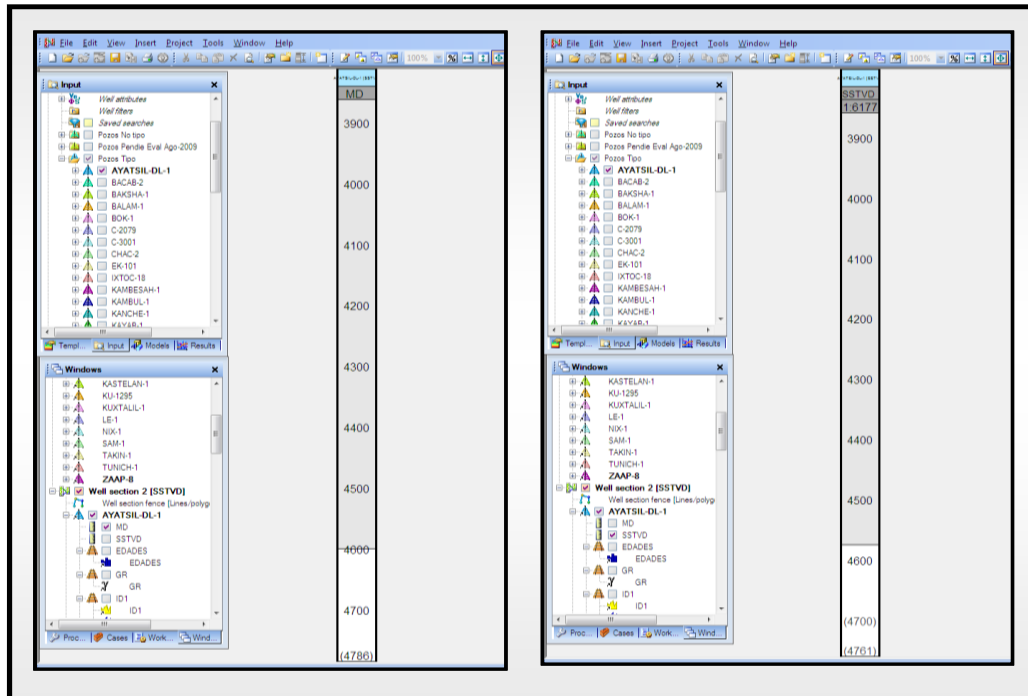


Figura 6.7.- Muestra graficadas las profundidades tanto de los metros Desarrollados (MD), como de los metros Verticales (SSTVD).

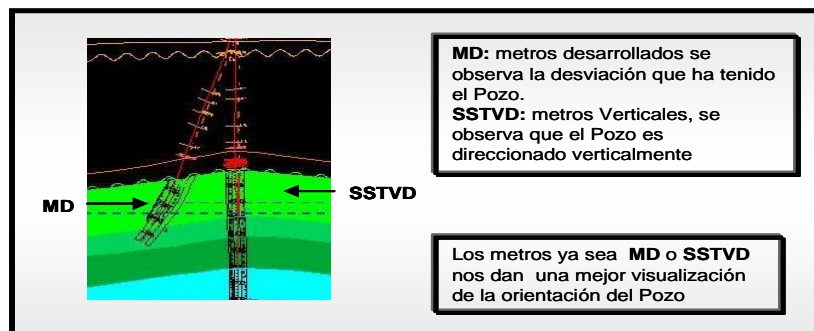


Figura 6.8.- Explica la diferencia que existe entre los metros Desarrollados (MD) y los metros Verticales (SSTVD).

6.8. Integración de las Edades

El pozo, se encuentra atravesando todo el Cretácico hasta la cima del Jurásico Superior-Tithoniano, dividiendo el Cretácico en Superior, Medio, Inferior y la cima del Jurásico Superior-Tithoniano, siendo la parte del Cretácico de mayor interés, la Figura 6.9 muestra los pasos a seguir para integrar las edades geológicas al Software Integrador. La Figura 6.10 muestra graficadas las edades geológicas correspondientes al pozo Ayatsi-DL1.

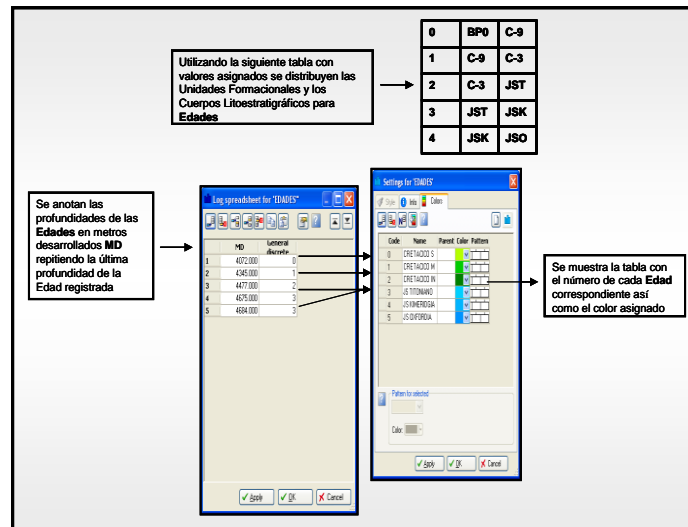


Figura 6.9.- Muestra los pasos a seguir para integrar el carril de las Edades.

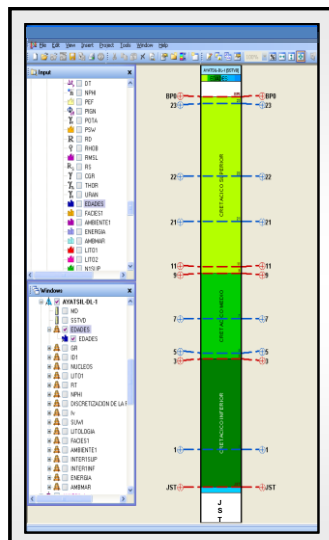


Figura 6.10.- Muestra graficadas las Edades del pozo que van del Cretácico Superior, Medio, e Inferior y parte Superior del Jurásico Tithoniano.

6.9. Integración del Registro GR

En el registro (GR) o rayos gamma son normalmente altas las lecturas en arcilla debido a la radioactividad natural de las rocas. Las lecturas del registro GR en el pozo, para los cuerpos (22 y 21) observamos que son bajas está indica que tenemos roca almacén, dando como resultado la zona productora de aceite. La Figura 6.11 muestra las lecturas graficadas del registro GR.

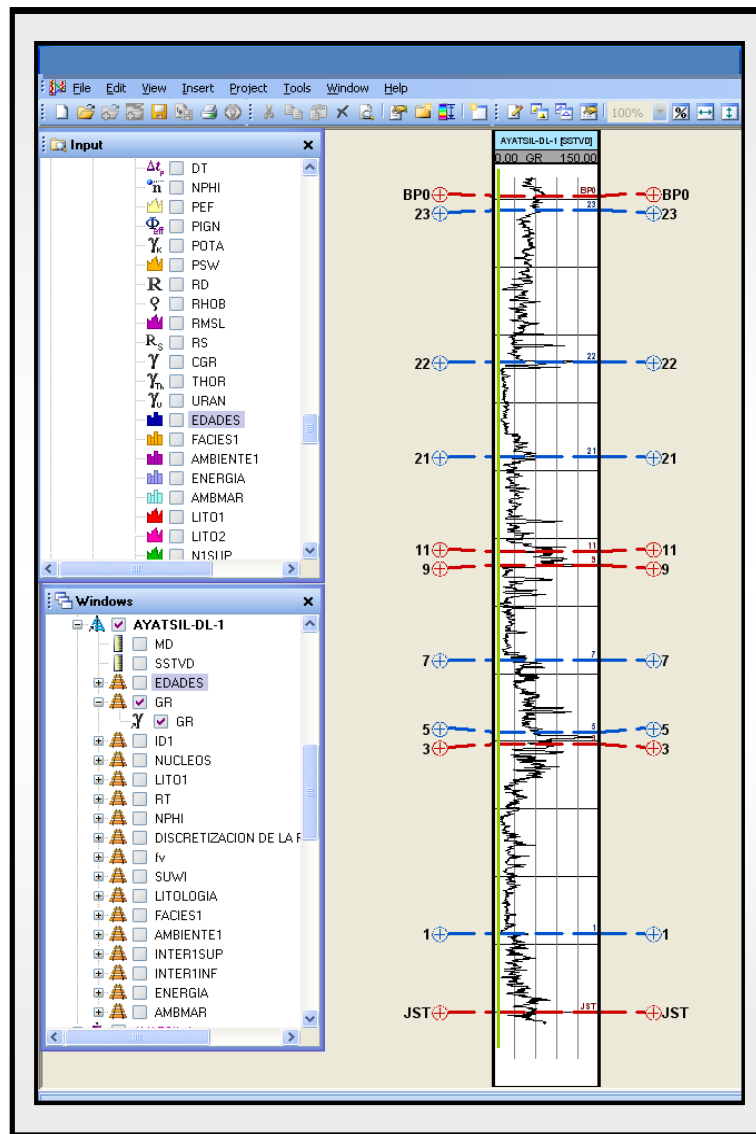


Figura 6.11.- Muestra que tenemos en los cuerpos 22-21 menor proporción de arcillas a diferencia de los otros cuerpos, que presentan un mayor aumento de arcillosidad dando como resultado un incremento del GR.

6.10. Integración de los Intervalos Disparados y Nucleados

Se genera un Programa con Intervalos Disparados y Nucleados, el cual integramos al software de Integrador. La Figura 6.12 muestra el programa (Bloc de Notas) con las profundidades de los Intervalos Disparados y los Nucleados. La Figura 6.13 muestra los pasos para integrar los datos al software de Integrador.

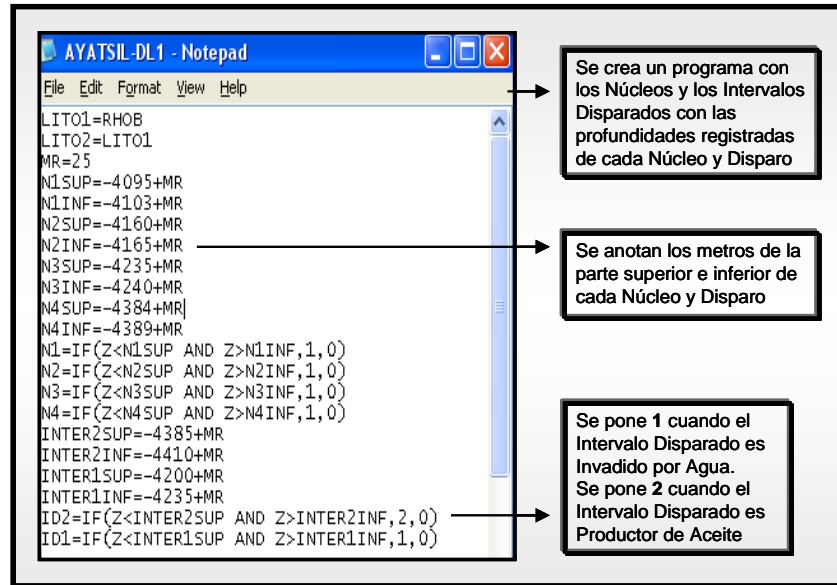


Figura 6.12 Muestra el programa (Notepad) que se realizó con las profundidades de los Intervalos Disparados y Nucleados.

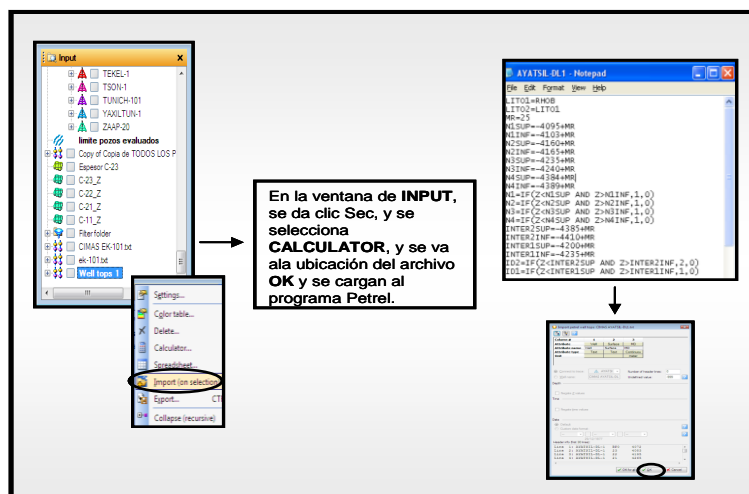


Figura 6.13.- Muestra los pasos a seguir para integrar el programa de los Intervalos Disparados y Nucleados al software Integrador.

6.11. Integración de los Intervalos Disparados.

Se dispararon dos intervalos, el primero fue productor de aceite, en los cuerpos (22 y 21) dentro del Cretácico Superior, el segundo resultó invadido por agua en los cuerpos (9 y 7) dentro del Cretácico Medio la Figura 6.14 muestra graficados los intervalos disparados

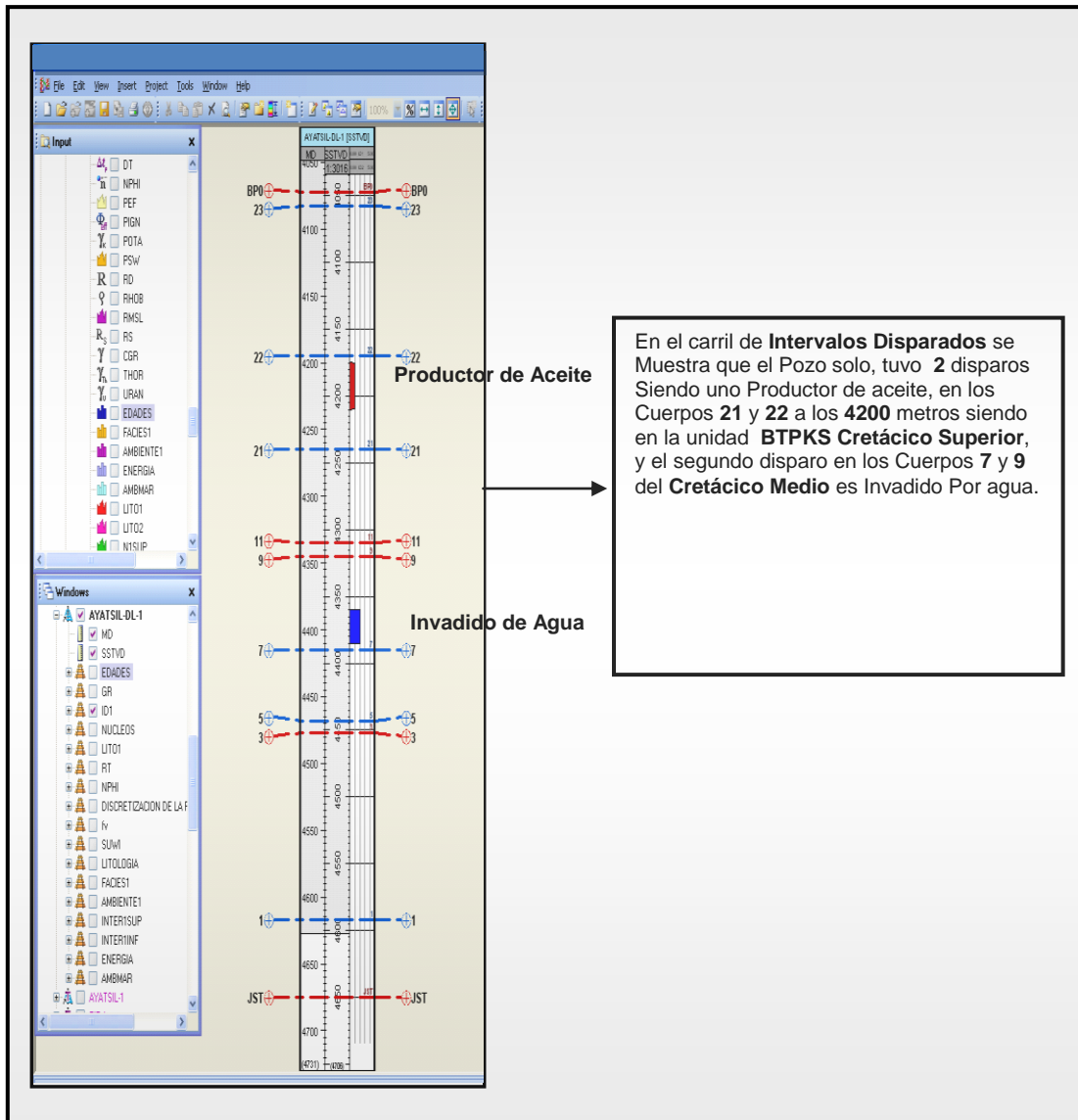


Figura 6.14.- Muestra el carril de los Intervalos Disparados, graficados en el software Integrador.

6.12. Integración de Núcleos.

Se tomaron cuatro muestras de núcleos del pozo, el primero a los 4095m – 4103m, con ocho metros de recuperación, el segundo a los 4103m -4108m, el tercero se tomó a los 4235m – 4240 m, el cuarto a los 4384m -4389m con cinco metros de recuperación para cada núcleo, la Figura 6.15 muestra la descripción de cada uno de los cuatro núcleos en el pozo.

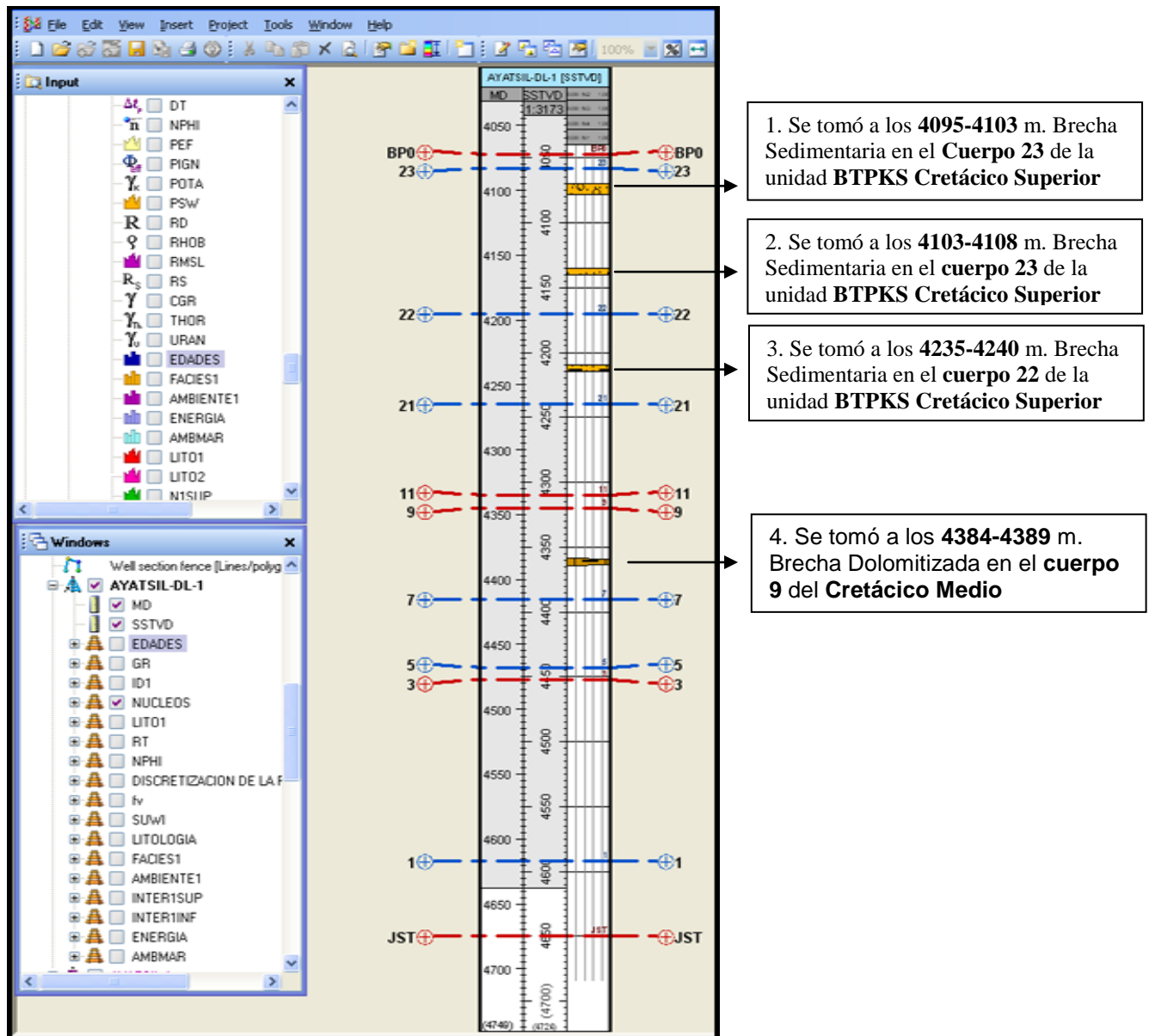


Figura 6.15.- Muestra el carril de los Núcleos cortados, graficados en el software Integrador.

6.13. Integración de la Litología

Para la integración litológica, se generan los valores de la profundidad de cada unidad o cuerpos litoestratigráficos, asignándoles un color y una textura, la Figura 6.16 muestra los pasos para construir la litología del pozo.

The figure shows two screenshots of a software interface for lithology integration. The left screenshot shows the 'Settings for LITO2' dialog box with the 'General settings' tab selected. The 'Min value' is set to 0 and the 'Max value' is set to 2.95. The 'OK' button is circled. The right screenshot shows the 'Settings for LITO1' dialog box with the 'Curve filling' tab selected. The 'Name' is 'BPO'. A list of units is shown: BPO, C-23, C-22, C-21, C-11, C-9, C-7, C-5, C-3, C-1, and JST. The 'Depth interval' is set from 4072 to 4083 meters. The 'Fill edge' is set to 'Curve' with 'LITO1' and 'LITO2' selected. The 'Fill style' is set to 'Pattern' with a black pattern and 'Fill color' is set to 'Specified' with a yellow color. The 'OK' button is circled. Annotations with arrows point to these specific settings.

Annotations:

- Para integrar la Litología se utilizan escalas de 0 a 2.95
- Seleccionamos la opción Curve Filing
- Se crean las unidades o cuerpos específicos
- Se anotan la cima y base de cada unidad o cuerpo en metros Desarrollados MD
- En la opción Pattern se especifica la textura correspondiente, y en la opción Fill Color se especifica el color de la Litología

Figura 6.16.- Muestra los pasos a seguir para integrar el carril de la Litología, anotando las unidades Litoestratigráficas, los metros correspondientes y así como el color y la Litología correspondiente a cada unidad o formación del pozo.

6.14. Litología Integrada del Pozo

La descripción litológica del pozo, se llevó a cabo por el método de recuperación de muestras de canal así como cinco de ocho metros de recuperación de núcleo (Anexo Tabla VIII.1) en la Figura 6.17 muestra la descripción resumida y graficada en el software Integrador.

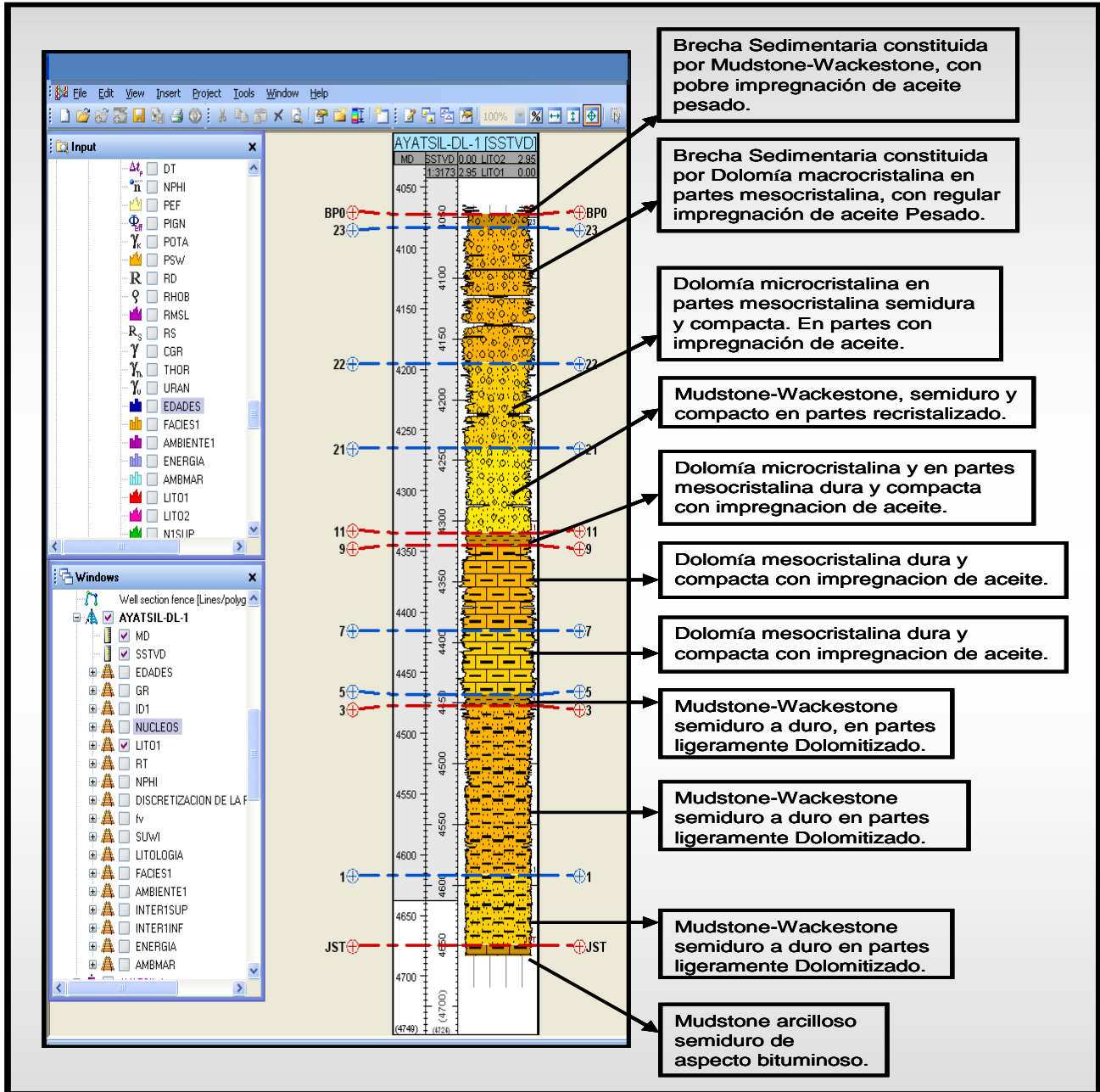


Figura 6.17.- Muestra la Litología integrada que va del Cretácico Superior hasta el Jurásico Tithoniano del pozo Ayatsil-DL1

6.15. Integración del RT

El registro RT, mide la resistividad que opone la roca a la onda eléctrica. Las lecturas de este registro RT, para los cuerpos 23, 22 y 21 nos indican que tenemos una alta resistividad obteniendo una baja saturación de agua también son indicadores de calizas mostrando una menor resistividad. La Figura 6.18 muestra el graficado del registro RT.

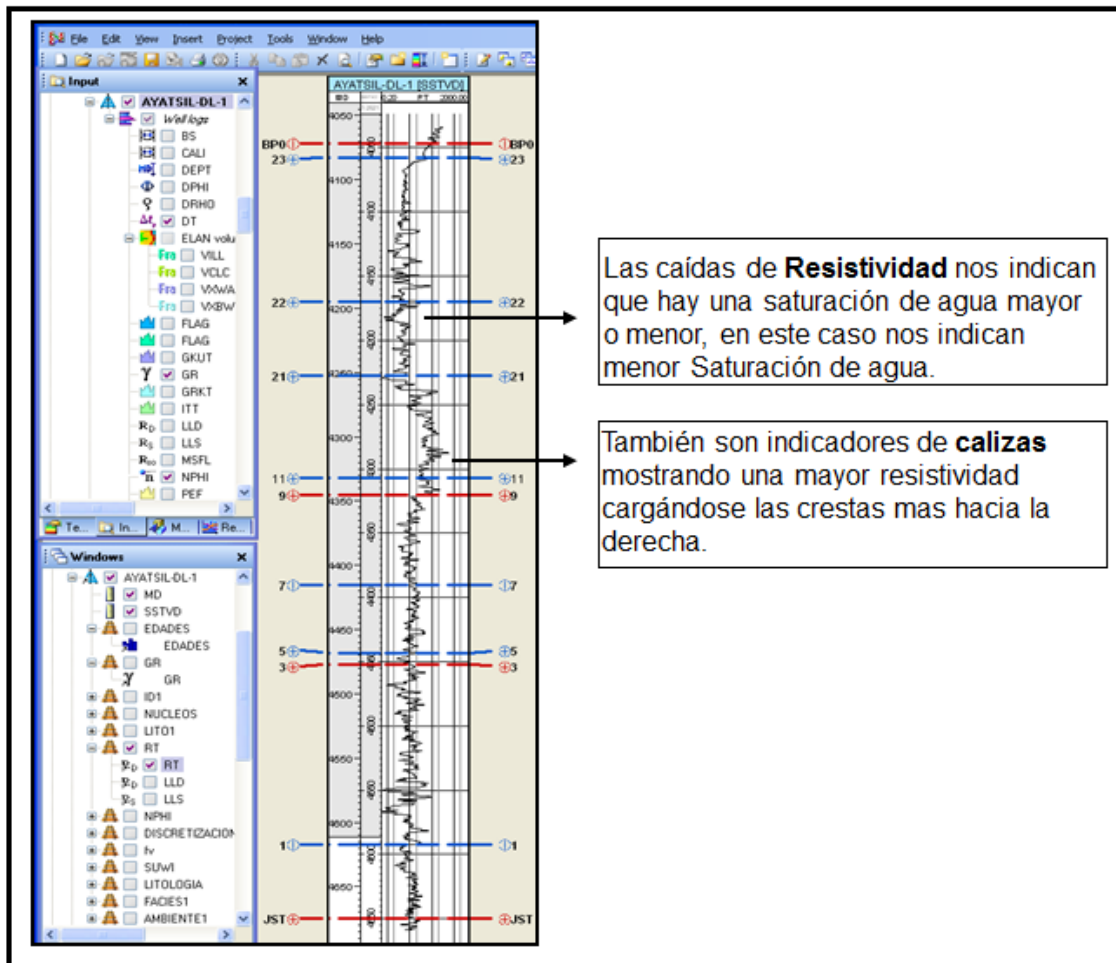


Figura 6.18.- Muestra el Registro RT el cual mide la resistividad de la roca que es igual a la resistencia que pone la roca a la corriente eléctrica, si no hay resistencia pasa rápido, con el RT se calcula la caliza con escala logarítmica de 0.2 a 2000.

6.16. Integración de los Registros NPHI, RHOB y DT

Graficados los registros NPHI, RHOB y DT, podemos calcular el volumen de roca que hay contenido en el pozo.

El registro **NPHI** mide la porosidad o el hueco de la formación, fallas, o fracturas.

El registro **RHOB** mide la densidad de las rocas. El registro **DT** mide el tiempo que tarda en pasar la onda.

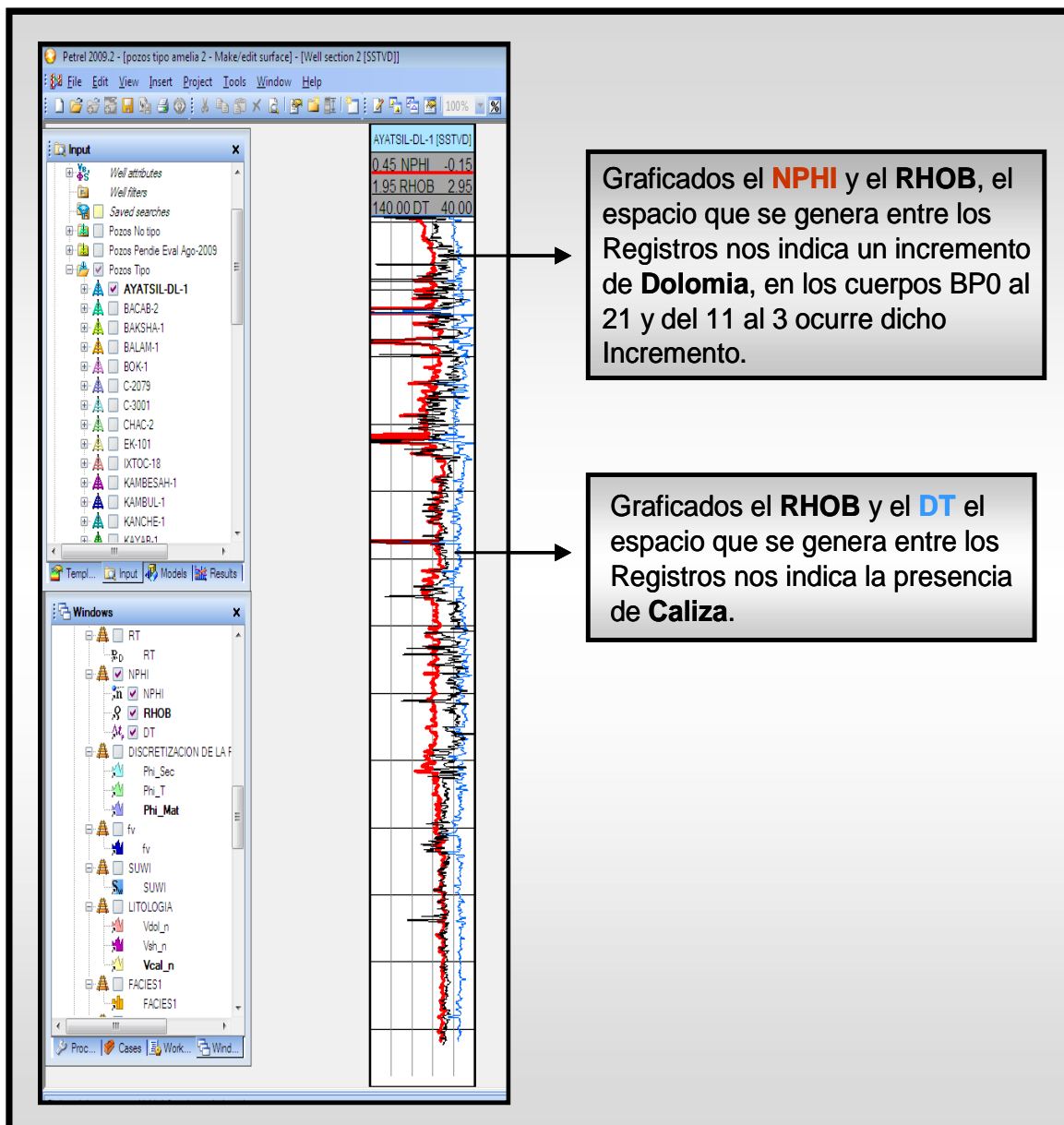


Figura 6.19.- Muestra graficados los Registros de **NPHI**, **RHOB** y **DT**.

6.17. Integración de la Porosidad

La porosidad secundaria está constituida por vórgulos y fracturas y la porosidad total es la relación de todo el espacio poral existente en la roca, poros, fracturas, fisuras, vórgulos y el volumen total de la roca.

La grafica de las porosidades en el pozo nos indica que las mejores se obtuvieron en los cuerpos 22 y 21 del Cretácico Superior. La Figura 6.20 muestra la porosidad secundaria de color verde y la total de color amarillo.

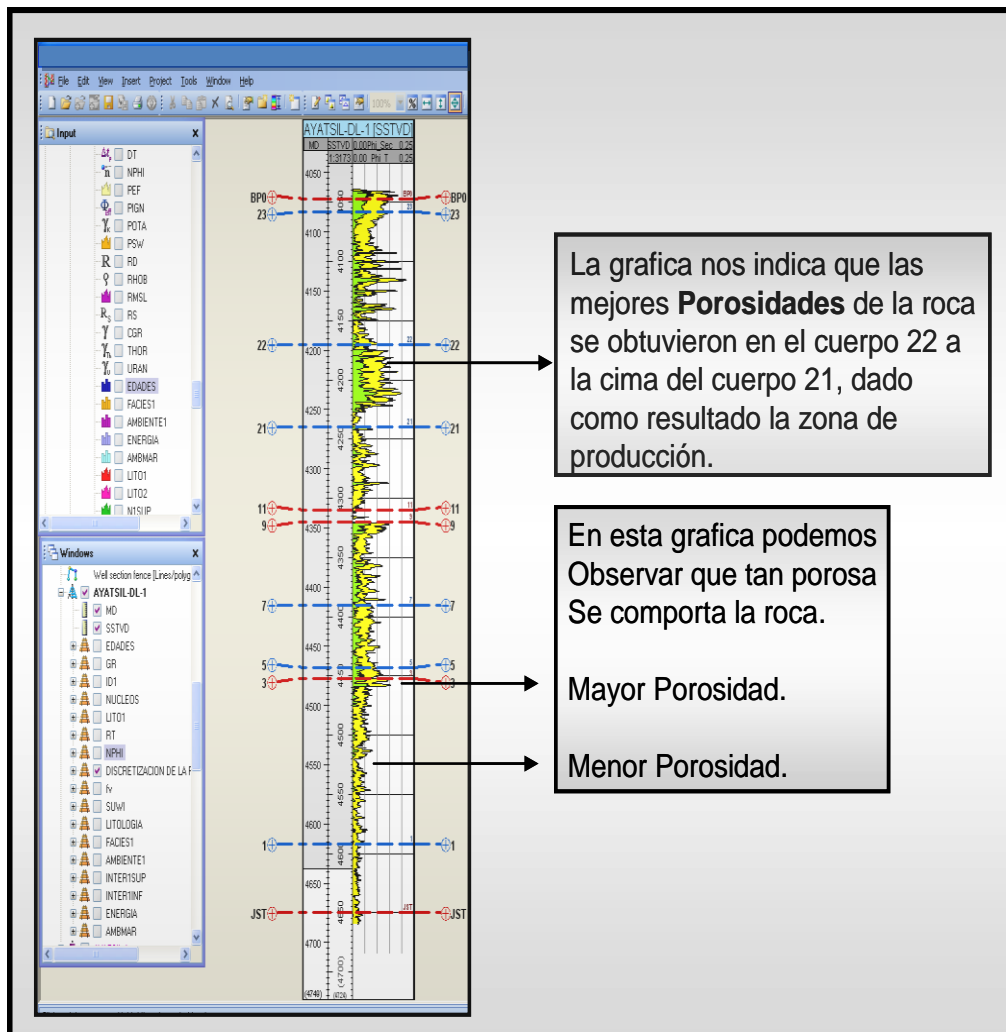


Figura 6.20.- Muestra graficada la Porosidad con una escala de 0 a 0.25 mostrando los porcentajes de la porosidad total **PHIT** en color amarillo y la porosidad secundaria **PHISEC** en color verde.

6.18. Integración de la Fracción Volumétrica

La fracción volumétrica FV, es el resultado de la porosidad total y la secundaria. La Figura 6.21 muestra graficada la fracción volumétrica, esta se representa de color rojo.

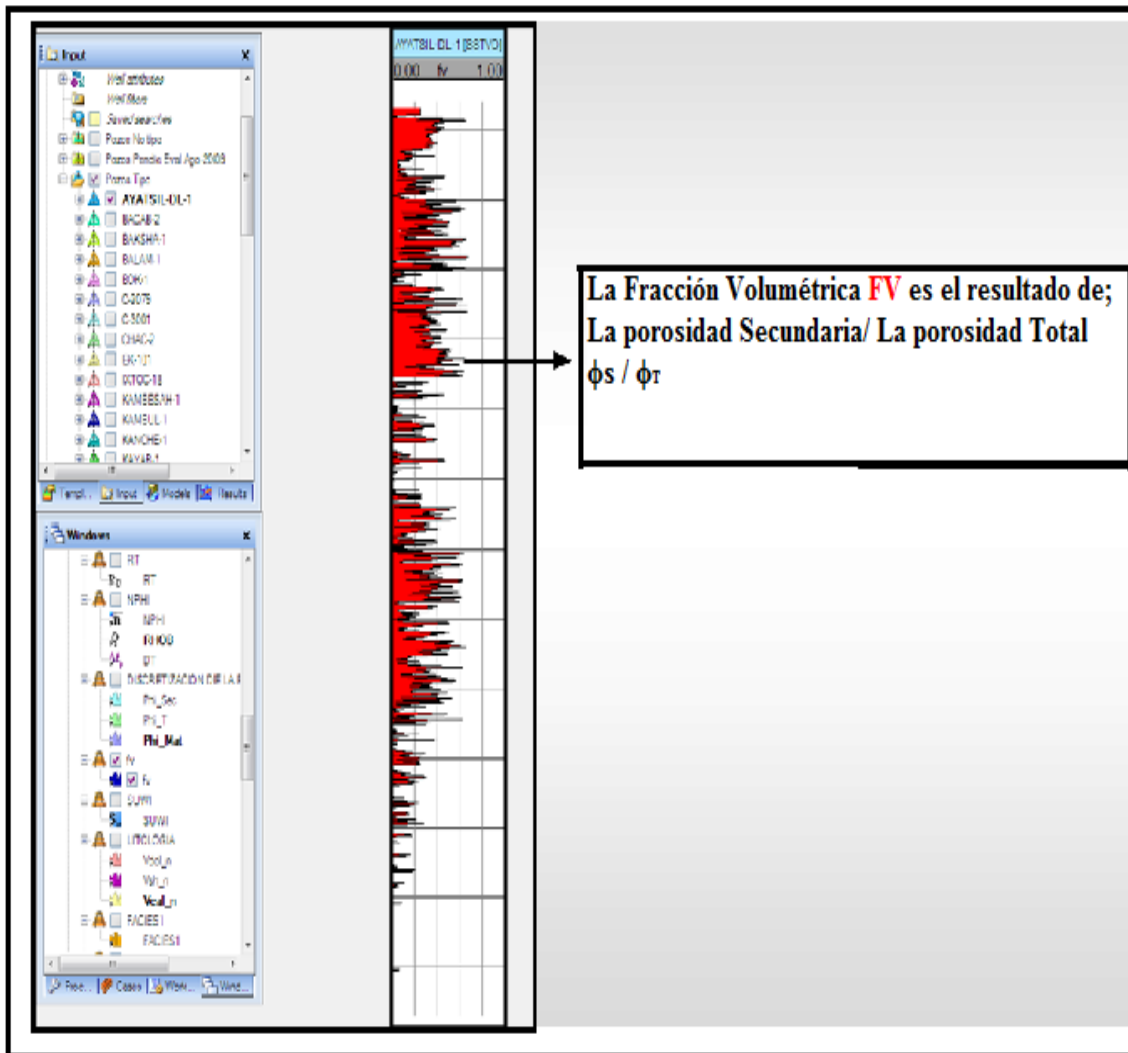


Figura 6.21 Muestra graficada la Fracción Volumétrica FV en color rojo con una escala de 0 a 1.

6.19. Integración de la Saturación de Agua.

La saturación de agua S_w , es la fracción del espacio poroso, que contiene agua. En los cuerpos 23 y 22 tenemos una baja saturación de agua siendo la zona productora del pozo. La Figura 6.22 muestra graficada la saturación de agua en el pozo que va del Cretácico hasta la base del Jurásico-Superior Tithoniano.

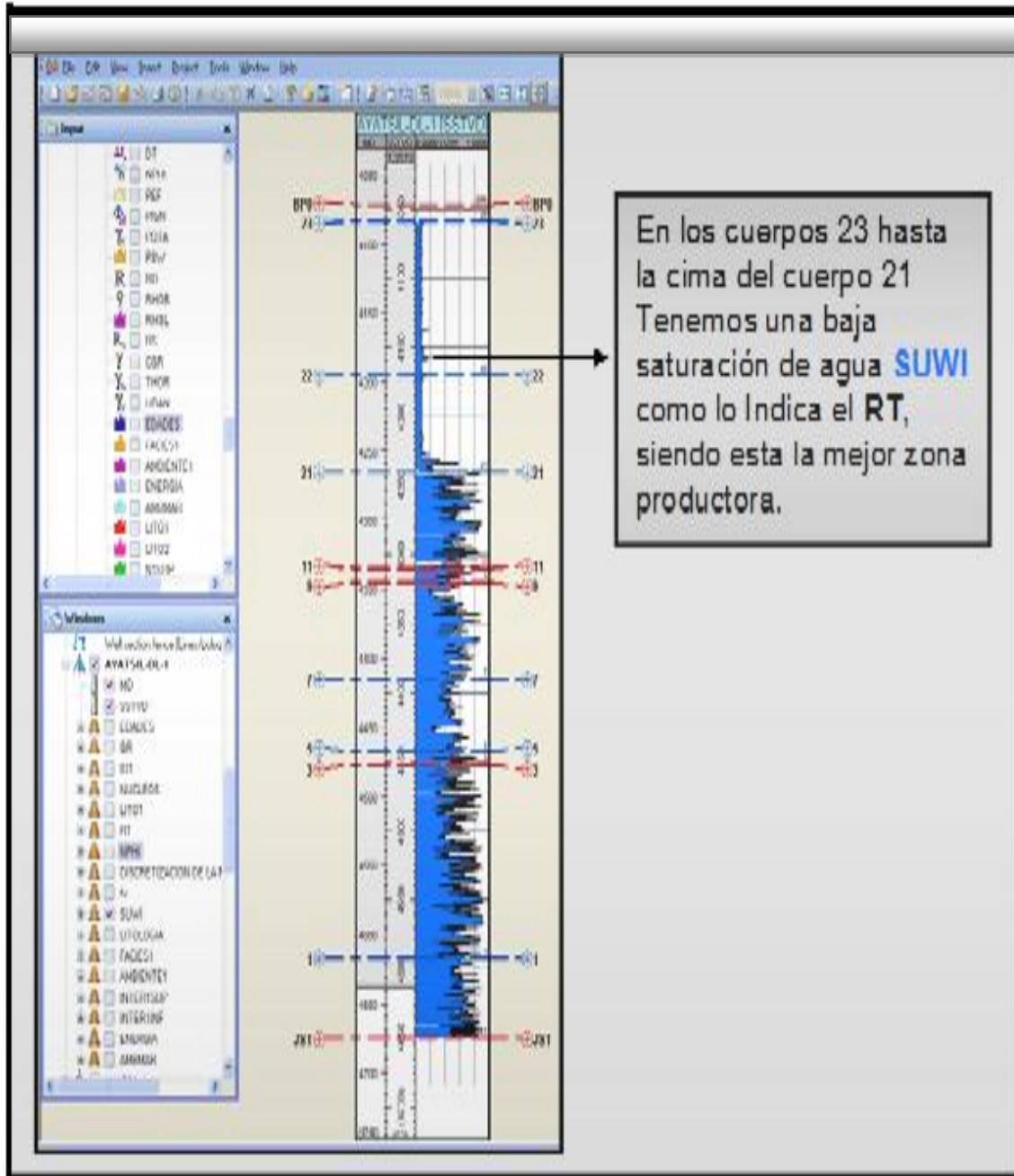


Figura 6.22.- Muestra graficada la Saturación de Agua **SUWI** con una escala de 0 a 1.

6.20. Integración de Volúmenes de Roca.

Los volúmenes de roca contenidos en el pozo son: Dolomía, Caliza y arcillas. Como lo indica la unidad BP0 al cuerpo 21, hay un mayor volumen de Dolomía, así como en los cuerpos 11 y 9, hay un incremento en el volumen de arcilla, Para la parte del cuerpo 3 a la unidad JST, hay un incremento de volumen de caliza. La Figura 6.23 muestra los volúmenes de roca contenidos dentro del pozo.

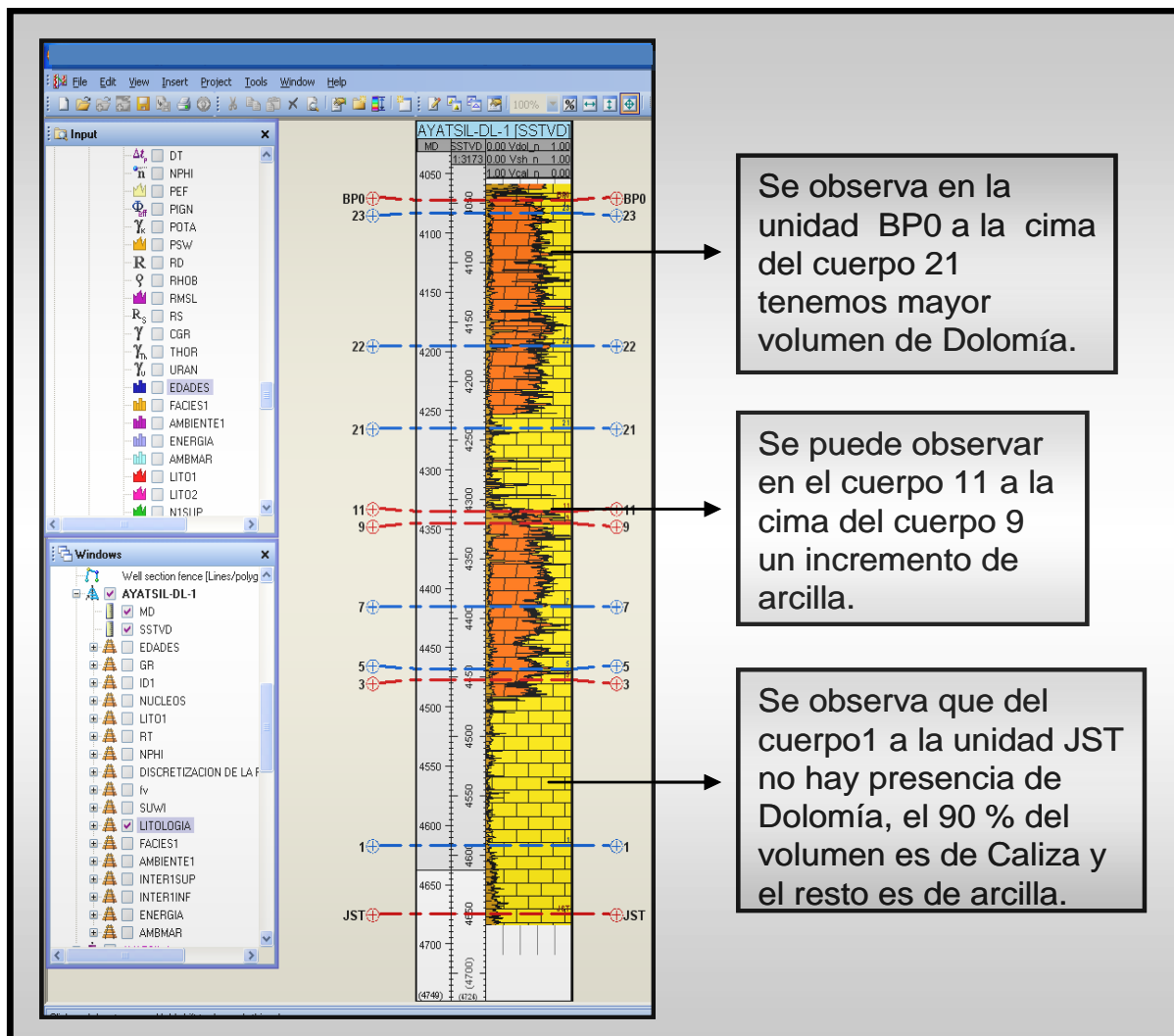


Figura 6.23.- Muestra graficados los Volúmenes de Roca del Pozo, Volumen de Dolomía **VDOL_N**, Volumen de Arcilla **VSH_N** y volumen de Caliza **VCAL_N** con escalas de 0 a 1.

6.21. Integración de Ambientes de Facies

Los Ambientes de Facies contenidos en el pozo, son carbonatados, clásticos en el Cretácico Superior, carbonatado-arcilloso en Cretácico Medio, y carbonatado micrítico en el Cretácico Inferior. La Figura 6.24 muestra el desarrollo para graficar las facies del pozo en el software Integrador.

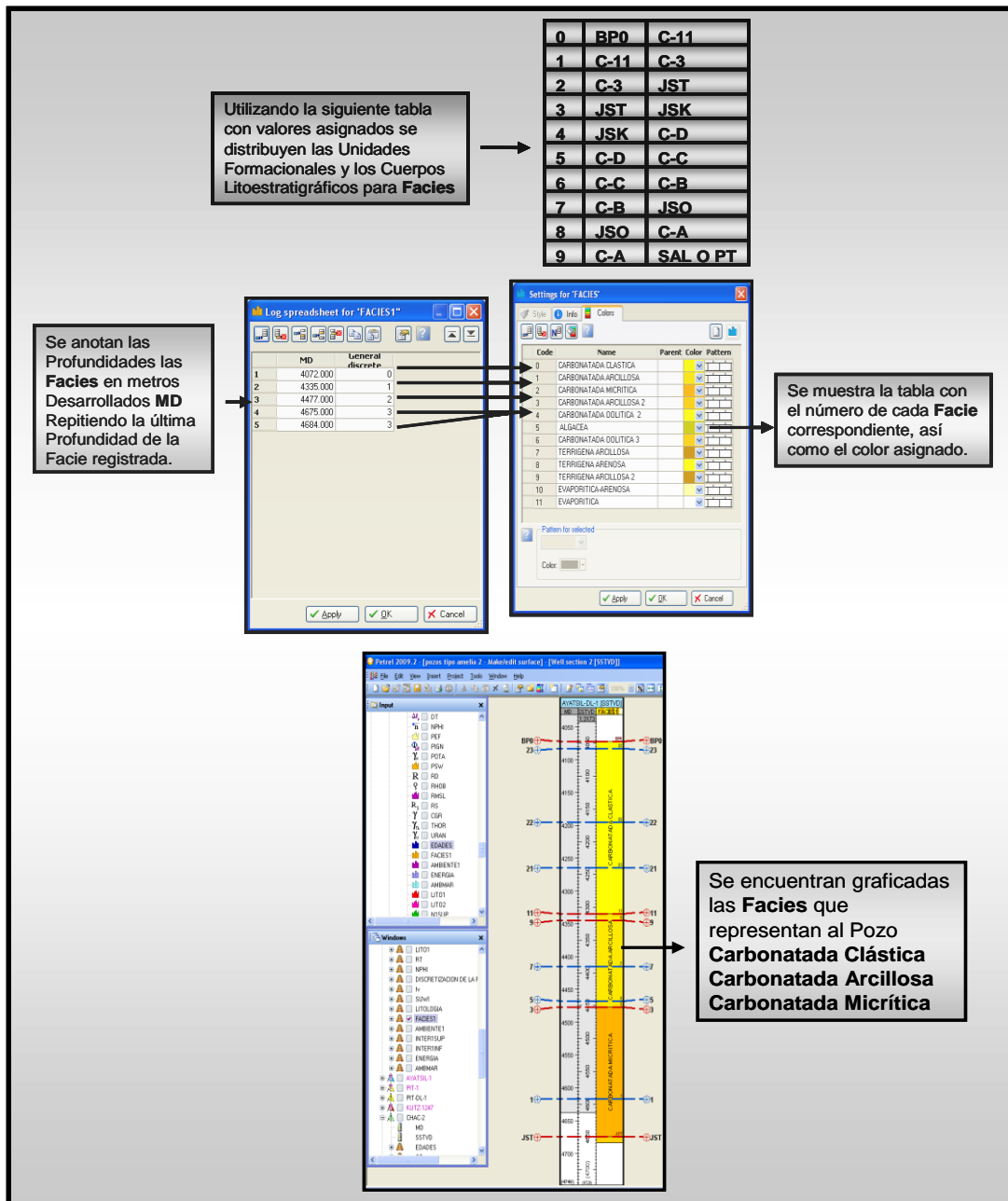


Figura 6.24.- Muestra el desarrollo para representar las Facies del Pozo.

6.22. Integración de Ambiente de Depósito

Los ambientes de depósito, contenidos en el pozo son talud en todo el Cretácico Superior y cuenca en todo el Cretácico Medio e Inferior. La Figura 6.25 muestra el desarrollo para graficar los ambientes de depósito del software Integrador.

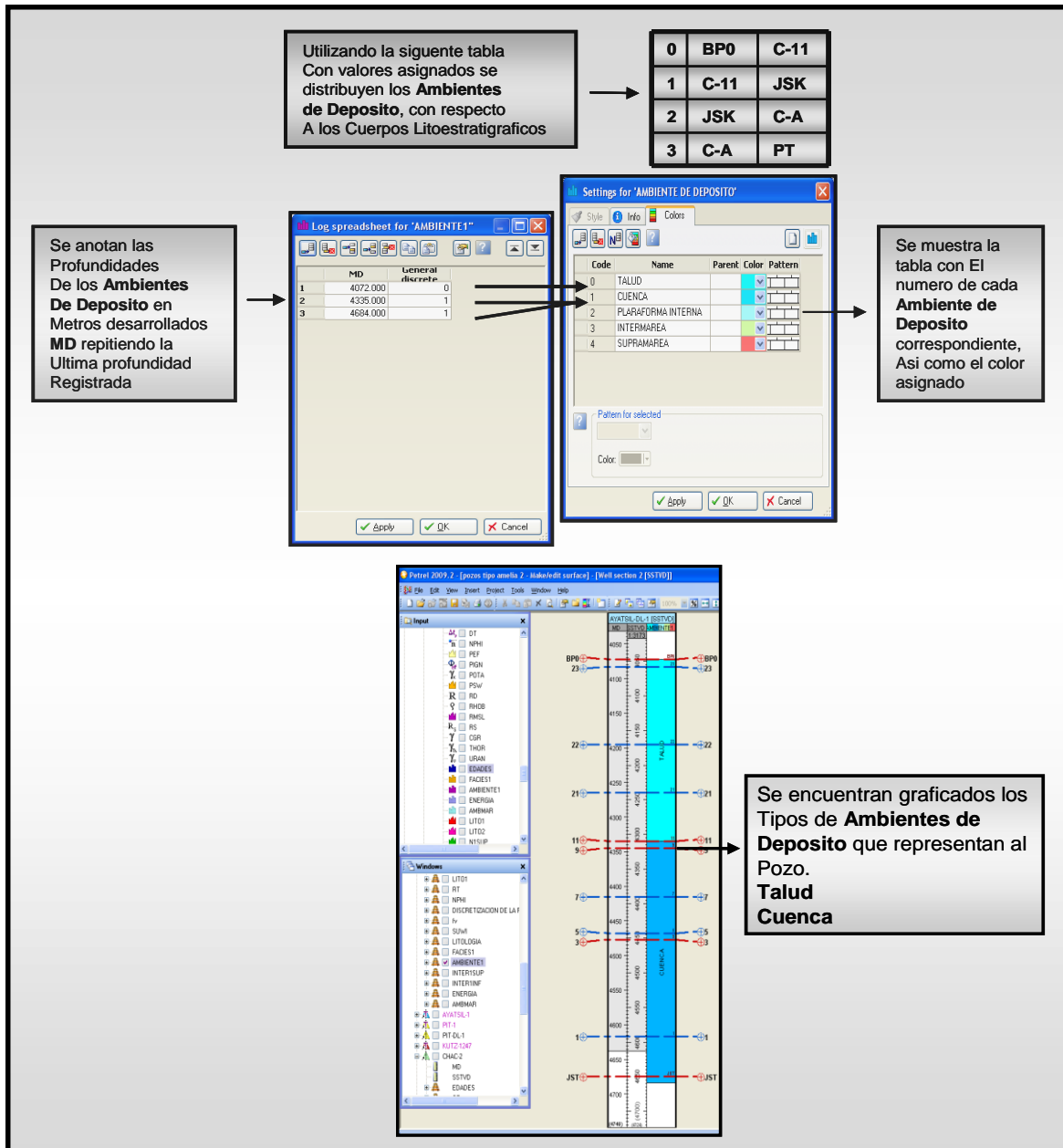


Figura 6.25 Muestra el desarrollo para representar los Ambientes de Depósito en el pozo Ayatsil-DL1.

6.23. Integración de Ambientes de Energías

Los ambientes de energía, contenidos en el pozo, son alta energía en todo el Cretácico Superior, y baja energía en todo el Cretácico Medio e Inferior. La Figura 6.26 muestra el desarrollo para graficar los ambientes de energía del pozo al software Integrador.

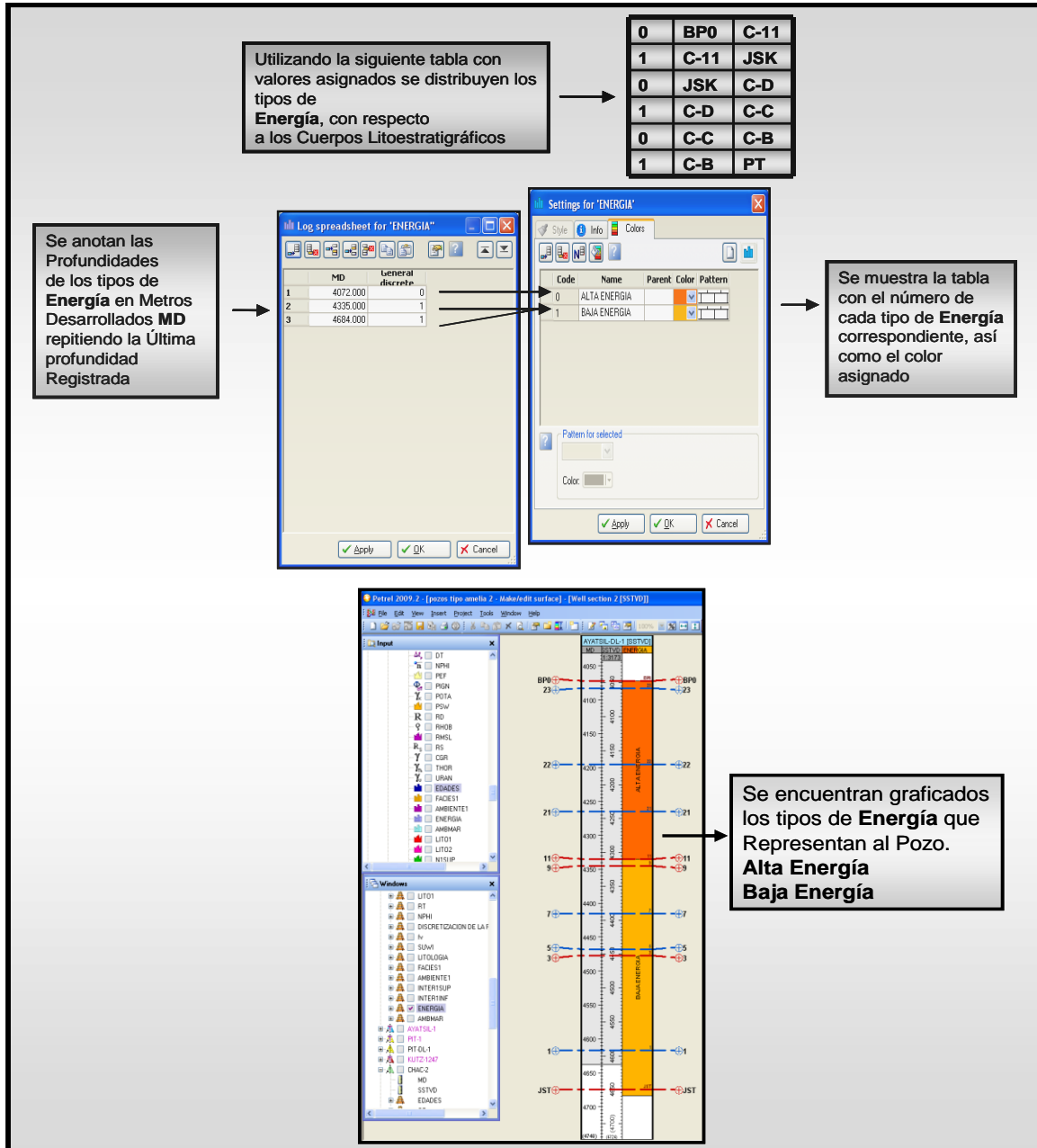


Figura 6.26 Muestra el desarrollo para representar los Ambientes de Energía en el Pozo Ayatsil-DL1.

6.24. Integración de Ambiente Marino

Todos los pozos de la región Marina de Campeche son de ambiente marino profundo, siendo éstos perforados en ambientes de depósitos sedimentarios marinos. La Figura 6.27 muestra el desarrollo para graficar el ambiente marino del pozo al software Integrador.

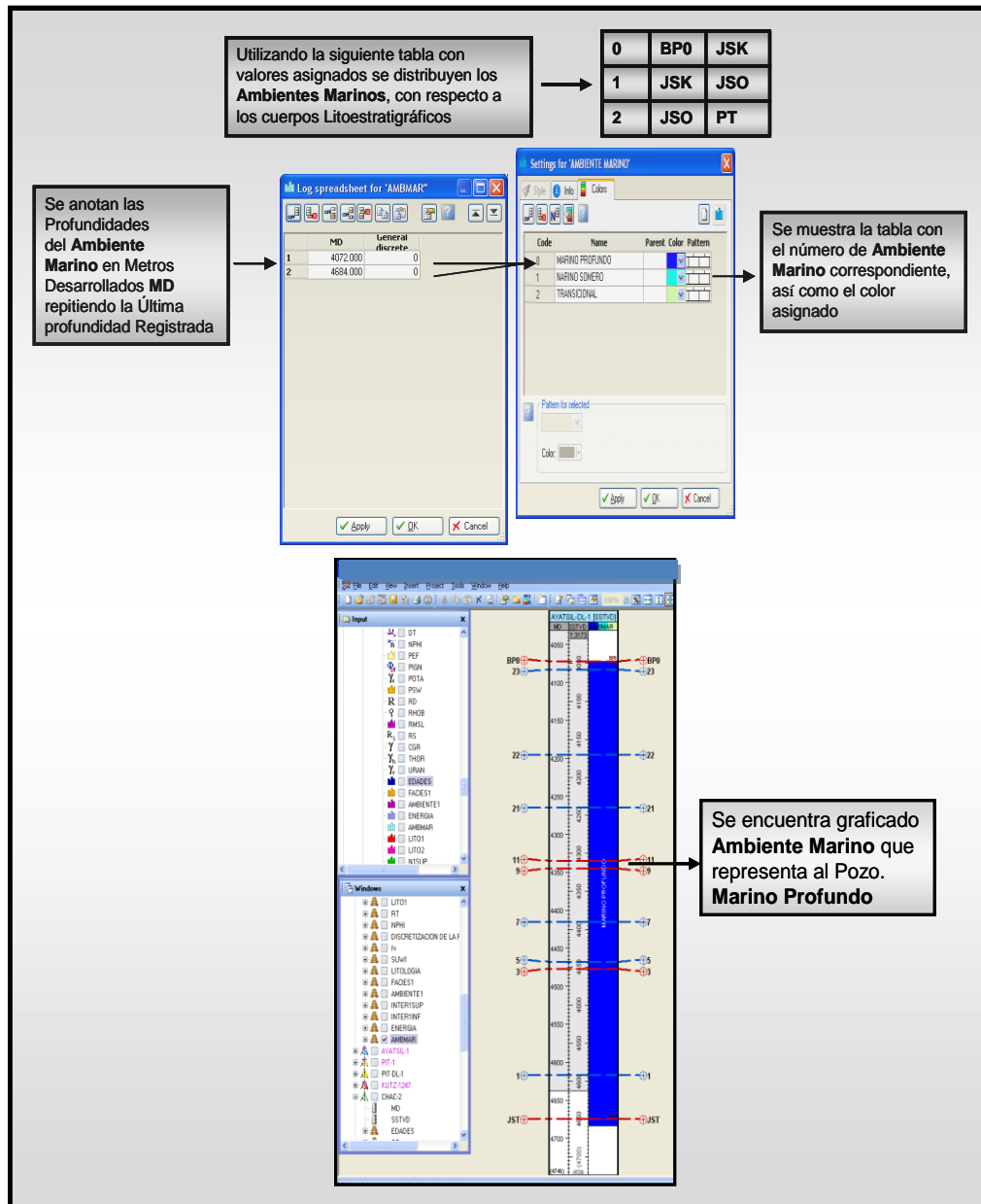


Figura 6.27 Muestra el desarrollo para representar el Ambiente Marino en el Pozo Ayatsil-DL1.

6.25. Visualización del Pozo con los Ambientes Sedimentarios Integrados.

De esta manera obtenemos la representación gráfica del pozo Ayatsil-DL1 con toda la integración y carga, de los ambientes sedimentarios contenidos dentro del pozo. La Figura 6.28 muestra la visualización del pozo con los ambientes sedimentarios integrados y cargados al software Integrador.

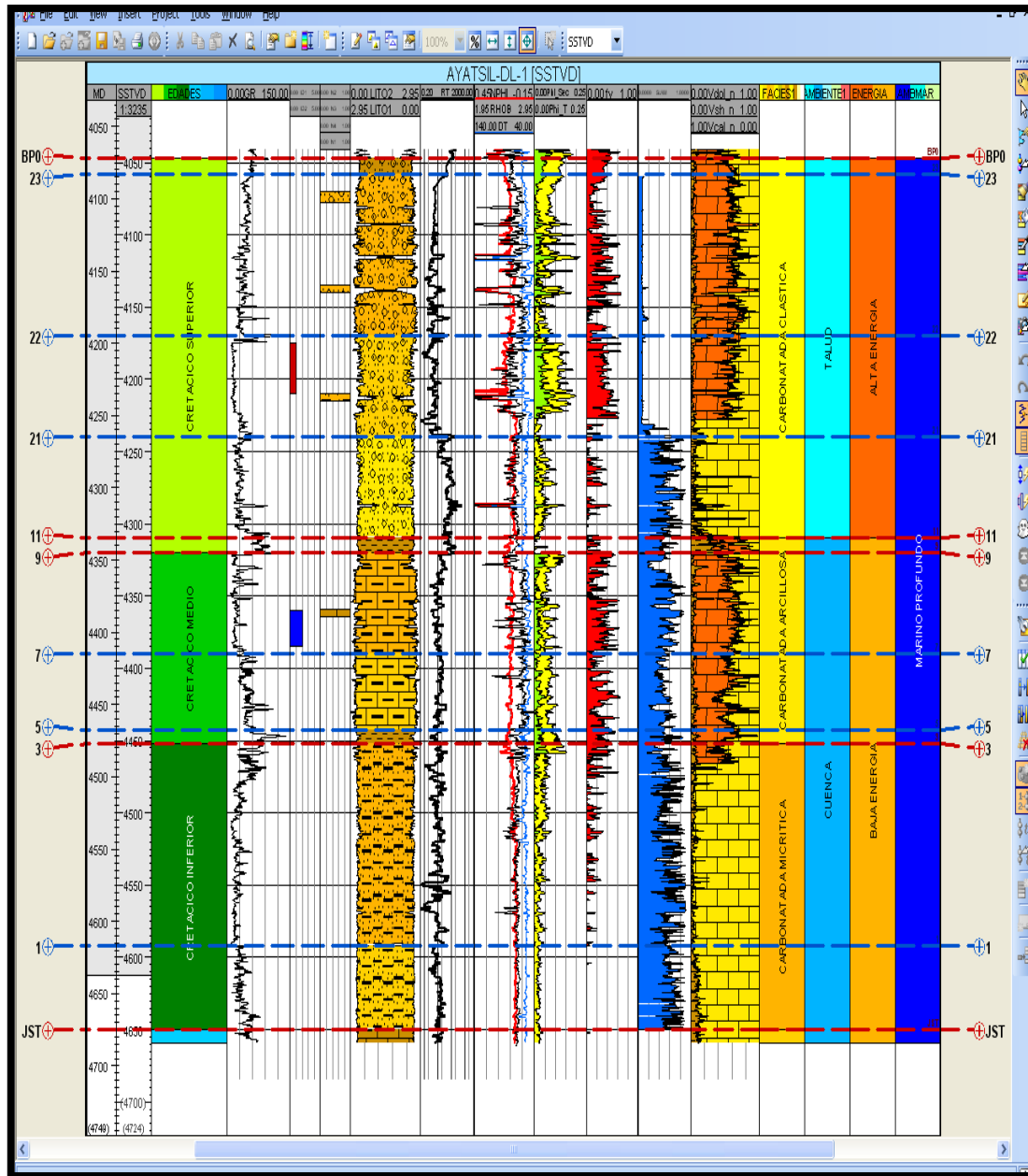


Figura 6.28 Muestra el pozo Ayatsil-DL1, con los ambientes sedimentarios integrados

CAPITULO VII. RESULTADOS

El contenido de la información tiene como objetivo representar de manera gráfica resultados obtenidos en el cual se integró el Ambiente Sedimentario y la Evaluación Petrofísica del pozo, correspondientes a la Región Marina Noreste; previamente se realiza por parte del área de Geología un Ambiente Sedimentario, que sirve como antecedente esencial para la Evaluación Petrofísica y obtener los Volúmenes de Roca contenidos en éste, además se corrobora la información con los Registros Geofísicos en cada pozo, se procedió a realizar los programas para la obtención de resultados.

Determinar el Ambiente Sedimentario es fundamental como una herramienta para la caracterización del pozo.

En el presente trabajo se determinaron las Facies, el Sistema de Depósito, la Energía y el Ambiente Marino en la columna estratigráfica del pozo, con información Geológica y en base a estos resultados, de la Evaluación Petrofísica y a la estimación de las Unidades Litoestratigráficas y se obtiene también un promedio de volumen de roca contenidos, los cuales son: Volumen de Arcilla (Vsh), Volumen de Caliza (Vcal), Volumen de Dolomía (Vdol), utilizando el Software Integrador.

Una parte esencial en este trabajo es obtener previamente el set básico de Registros Geofísicos del Pozo que son de vital importancia. Para la Evaluación convencional y una base de datos con la cual se calibran los resultados que están comprendidos en el Informe Final del Pozo, Estudios Especiales de Núcleos, Intervalos Productores, estado Mecánico, Informes Litológicos, Tarjeta del Pozo, para la elaboración de programas, con la información antes mencionada.

7.1 Resultados del Pozo

Ambientes Sedimentarios del Pozo Ayatsil-DL1

7.1.1 Intervalo KS (Cretácico Superior)

Se observa el intervalo productor de aceite en la unidad litoestratigráfica correspondiente al Cretácico Superior dentro del cuerpo (22), indicando un volumen de saturación de agua mínimo con promedio de 11% y los volúmenes de dolomía son de 65%, de arcilla son de un 06% y de caliza es de un 29%. El ambiente sedimentario para las facies correspondientes al intervalo es carbonatada clástica de talud de alta energía en un ambiente marino profundo.

7.1.2 Intervalo KM (Cretácico Medio)

Se observa el intervalo invadido de agua salada en la unidad litoestratigráfica correspondiente al Cretácico Medio dentro del cuerpo (9) indicando un incremento de la saturación de agua con un promedio de 65%, y los volúmenes de roca son: Dolomía de 68%, arcilla de un 07% y la caliza es de un 25%. El ambiente sedimentario para las facies correspondientes al intervalo es carbonatada arcillosa de cuenca de baja energía en un ambiente marino profundo.

7.1.3 Intervalo KI (Cretácico Inferior)

Se observa el intervalo invadido de agua salada en la unidad litoestratigráfica correspondiente al Cretácico Inferior dentro del cuerpo (3) indicando un incremento de la saturación de agua con un promedio de 75%, el gráfico indica una disminución de la dolomía a 05% y un volumen de arcilla del 1% y para la caliza es de un 98%. El ambiente sedimentario para las facies correspondientes al intervalo es carbonatada micrítica de cuenca de baja energía en un ambiente marino profundo.

CONCLUSIONES

- ✚ Mediante el análisis e identificación de las Unidades del Pozo basado en estudios Geológicos y Petrofísicos, se realizó la integración de los Ambientes Sedimentarios por Unidad Litoestratigráfica, resultando que cada unidad litoestratigráfica tiene características propias de acuerdo al tipo de Ambiente Sedimentario en cada intervalo estratigráfico del pozo.
- ✚ Conocer el Ambiente Sedimentario y el tipo de roca que está contenida en el pozo, es fundamental para su estudio y caracterización, así como conocer el volumen de roca que contiene el pozo.
- ✚ La integración de los Ambientes Sedimentarios, nos proporciona una mejor visión de la columna estratigráfica del pozo, esto con el fin de poder hacer una correlación con los pozos aledaños al Campo.
- ✚ La obtención del Modelo Sedimentario de la columna estratigráfica de cada pozo por Campo, es una herramienta para el análisis y descripción detallada de cada una de las características generales que engloban a un Campo específico, esto con el fin de tener un mejor control de los pozos de la Región Marina Noreste.

ANEXOS

Profundidad	Descripción Litológica del Pozo Ayatsil-DL1	Edad Formacional
4072-4075	Brecha sedimentaria constituida por mudstone-wackestone de intraclastos y bioclastos crema claro a café claro, dolomítico, con porosidad secundaria intercrystalina de +- 4%, dolomía microcrystalina, porosidad secundaria, pobre impregnación de aceite pesado.	BTP-KS 4070 M
4072-4090	Brecha sedimentaria constituida por mudstone-wackestone de intraclastos y bioclastos crema claro a café claro, dolomítico, con porosidad secundaria intercrystalina de +- 4%, dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina café claro, compacta, porosidad secundaria, pobre impregnación de aceite pesado.	BTP-KS
4090-4095	Brecha sedimentaria constituida por dolomía macrocrystalina en partes mesocrystalina café claro compacta con porosidad secundaria intercrystalina +- 5% con regular impregnación de aceite pesado, mudstone-wackestone de intraclastos y bioclastos.	BTP-KS
4108 -4160	Brecha constituida por clastos de dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina café claro y crema, con porosidad secundaria intercrystalina regular, trazas de aceite. y por clastos de wackestone de intraclastos y bioclastos.	BTP-KS
4165 -4175	Brecha constituida por clastos de dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina café claro y crema, con porosidad secundaria intercrystalina regular, trazas de aceite. y por clastos de wackestone de intraclastos y bioclastos crema claro y café claro, dolomítico con porosidad secundaria regular.	BTP-KS
4175 -4180	Brecha constituida por clastos de dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina descrita, y por clastos de wackestone de intraclastos y bioclastos crema claro y café claro, descrito; trazas a 10% de pedernal café claro, ámbar y gris claro.	BTP-KS
4180 -4220	Dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina café claro, crema y gris claro, en partes de aspecto sacaroide, semidura y compacta, con porosidad intercrystalina, en microfracturas y ocasionalmente con microcavidades, impregnación de aceite.	BTP-KS
4220 -4235	Dolomía microcrystalina en partes mesocrystalina crema y gris claro, en partes de aspecto sacaroide, semidura y compacta, con porosidad intercrystalina, en microfracturas y ocasionalmente con microcavidades por disolución algunas con intercrecimiento de dolomita y en partes con impregnación de aceite.	BTP-KS

Tabla A.1. Información de la descripción litológica de las unidades formacionales del pozo Ayatsil-DL1

Profundidad	Descripción Litológica del Pozo Ayatsil-DL1	Edad Formacional
4240 - 4248	Dolomía microcristalina en partes mesocristalina crema y gris claro, descrita; 10-20% mudstone-wackestone de intraclastos y bioclastos crema claro, descrito; esporádicos fragmentos de pedernal biógeno ámbar y gris claro.	BTP-KS
4248 - 4255	Mudstone-wackestone crema y café claro de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado, con porosidad intergranular y en microfracturas con pobre impregnación de aceite.	BTP-KS
4255 - 4280	Mudstone-wackestone crema y café claro de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado, con porosidad intergranular y en microfracturas selladas por calcita y en partes con arcilla.	BTP-KS
4280 - 4315	Mudstone-wackestone crema, gris claro y café claro, de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado y de aspecto cretoso, con porosidad intergranular y en microfracturas selladas por calcita; 10% de dolomía microcristalina en partes mesocristalina.	KS 4312 M (M.E)
4315-4320	Mudstone-wackestone crema, gris claro y café claro de litoclastos y bioclastos. Descritos, 10-20% mudstone gris, semiduro, de aspecto bentonítico, trazas 10% de dolomía microcristalina en partes mesocristalina crema y gris claro, descrita; trazas de 10% de pedernal blanco, gris ahumado y café claro, trazas de bentonita gris claro.	KS
4320 - 4329	Mudstone-wackestone crema, gris claro y café claro de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado, con porosidad intergranular y en microfracturas selladas por calcita y en partes con arcilla; trazas a 10% dolomía microcristalina en partes mesocristalina crema y gris claro, en partes de aspecto sacaroide, semidura y compacta.	KS
4329 - 4332	Mudstone-wackestone crema, gris claro y café claro de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado, descrito; 10-20% packestone de intraclastos y bioclastos, crema, compacto, con porosidad intergranular.	KS
4332 - 4335	Mudstone-wackestone crema, gris claro y café claro de litoclastos y bioclastos, semiduro y compacto, en partes recristalizado, descrito; 30% mudstone gris oscuro, semiduro arcilloso y en partes bentonítico; 10% de packestone de intraclastos y bioclastos.	KS
4335 - 4345	Mudstone-wackestone gris claro, verdoso y gris oscuro, duro y compacto, en partes de aspecto bentonítico con intercalaciones de pirita finamente diseminada, trazas de dolomía microcristalina, crema, semidura, con porosidad intercristalina y microfracturas; trazas de pedernal blanco y café claro.	KS

Tabla A.1. Información de la descripción litológica de las unidades formacionales del pozo Ayatsil-DL1

Profundidad	Descripción Litológica del Pozo Ayatsil-DL1	Edad Formacional
4345 - 4355	Mudstone-wackestone gris claro, verdoso y gris oscuro, duro y compacto, descrito; 30-40% de dolomía microcristalina y en partes mesocristalina, crema y gris claro, en partes de aspecto sacaroide, descrita; trazas-10% de pedernal blanco, café claro y ámbar.	KS
4355 - 4365	Dolomía microcristalina y en partes mesocristalina, crema, gris claro y café, en partes de aspecto sacaroide, descrita; 20% mudstone-wackestone gris claro, verdoso y gris oscuro, duro y compacto, descrito; trazas-10% de pedernal café claro y ámbar.	KM 4355 M (M.E)
4365 - 4384	Dolomía microcristalina y mesocristalina café oscuro, café claro; partes de aspecto sacaroide, descrita; trazas de mudstone-wackestone gris claro, verdoso y gris oscuro, duro y compacto, descrito; trazas de pedernal café claro y ámbar.	KM
4389 - 4395	Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con buena porosidad secundaria intercristalina y microfracturas con dolomita, calcita y con impregnación de aceite; trazas a 10% de mudstone-wackestone dolomitizado, crema, duro y compacto, con escasos bioclastos.	KM
4395 - 4414	Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con buena porosidad secundaria intercristalina y microfracturas con dolomita, calcita y con impregnación de aceite; 10% de mudstone-wackestone dolomitizado, crema, duro y compacto, con escasos bioclastos; trazas de pedernal de color ámbar.	KM
4415 - 4430	Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con buena porosidad secundaria intercristalina y microfracturas con dolomita, calcita y con impregnación de aceite.	KM
4430 - 4490	Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con porosidad secundaria intercristalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, buena, con regular impregnación de aceite.	KM
4490 - 4495	Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con porosidad secundaria intercristalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, buena, con regular impregnación de aceite.	KM

Tabla A.1. Información de la descripción litológica de las unidades formacionales del pozo Ayatsil-DL1

Profundidad	Descripción Litológica del Pozo Atyasil-DL1	Edad Formacional
4495 - 4500	Mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos, café claro a crema y blanco, semiduro a duro, en partes ligeramente dolomitizado, de aspecto cretoso; 20% dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con porosidad secundaria intercrystalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, buena, con regular a pobre impregnación de aceite.	KM
4500-4505	Mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos, café claro a crema y blanco, semiduro a duro, en partes ligeramente dolomitizado, con porosidad secundaria intercrystalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, buena, con regular a mala impregnación de aceite.	KM
4505-4525	Mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos, café claro a crema y blanco, semiduro a duro, en partes ligeramente dolomitizado, 10-20% de Dolomía café claro y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, dura y compacta, con porosidad secundaria intercrystalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, regular impregnación de aceite.	KM
4525-4539	Mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos crema a blanco, esporádicos café claro, semiduro a duro, en partes ligeramente dolomitizado, de aspecto cretoso, sin porosidad observable, con porosidad secundaria intercrystalina y en microfracturas rellenas de calcita y dolomita, buena, con regular a pobre impregnación de aceite.	KM
4539-4655	Mudstone-wackestone de litoclastos y bioclastos crema a blanco, esporádicos café claro, semiduro a duro, en partes ligeramente dolomitizado, sin porosidad observable; 20% de Dolomía café claro a crema y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, con pobre impregnación de aceite.	KI
4655-4660	Mudstone-Wackestone de litoclastos y bioclastos crema a blanco, esporádicos café claro, semiduro a duro, ligeramente dolomitizado, de aspecto cretoso, sin porosidad observable; Esporádicos fragmentos de Dolomía café claro a crema y café oscuro, micro a mesocristalina de aspecto sacaroide, con porosidad secundaria, con pobre impregnación de aceite.	KI

Tabla A.1. Información de la descripción litológica de las unidades formacionales del pozo Atyasil-DL1

Profundidad	Descripción Litológica del Pozo Ayatsil-DL1	Edad Formacional
4660-4705	Mudstone arcilloso café oscuro a negro, semiduro, de aspecto bituminoso; 30% Mudstone-Wackestone de litoclastos y bioclastos crema a blanco, esporádicos café claro, semiduro a duro, ligeramente dolomitizado, de aspecto cretoso, sin porosidad observable.	J.S.T 4675 M
4705-4710	Mudstone arcilloso café oscuro a negro, semiduro, de aspecto bituminoso; 30% Lutita café oscuro a negro, suave, de aspecto bituminoso.	J.S.T

Tabla A.1. Contiene la información de la descripción litológica de las unidades formacionales del pozo Ayatsil- DL1

Información de Núcleos del Pozo Atyasil-DL1

Núcleo	Profundidad	Superficie
1	4095-4108	BTPKS
2	4160-4165	BTPKS
3	4235-4240	BTPKS
4	4335-4339	KM

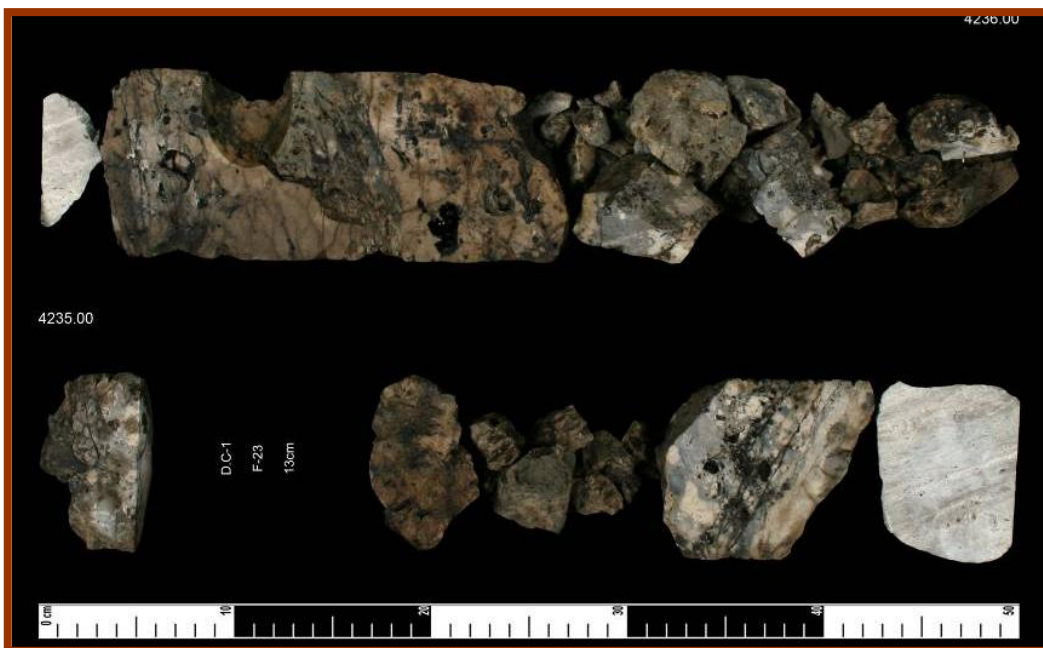
Tabla A.2. Información general de los núcleos tomados a distintas profundidades y superficies de las unidades geológicas.

Descripción de Núcleos

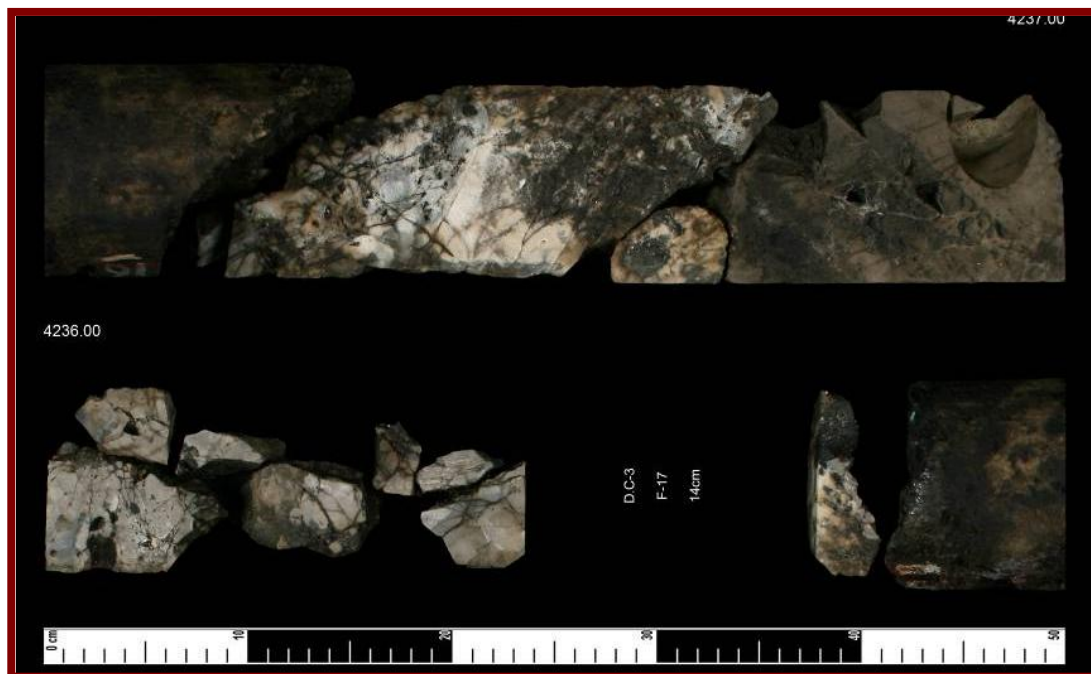
Profundidad	Descripción
4095-4108	Brecha Sedimentaria con clastos de Dolomía micro a mesocristalina, mudstone, wackestone y packstone de bioclastos dolomitizado café claro, variando en tamaños de 1 a 8 cm. en partes con textura sacaroide, porosidad buena secundaria en fracturas y cavidades por disolución e intercrecimientos de cristales de dolomía con regular impregnación de aceite.
4160-4165	Brecha Sedimentaria con clastos de dolomía micro a mesocristalina, mudstone, wackestone de bioclastos dolomitizados café claro, variando en tamaños de 1 a 8 cm. en partes con textura sacaroide, porosidad buena secundaria en fracturas y cavidades por disolución impregnadas de aceite.
4235-4240	Brecha Sedimentaria con clastos de dolomía micro a mesocristalina, mudstone, wackestone de bioclastos dolomitizados café claro, variando en tamaños de 1 a 8 cm. en partes con textura sacaroide, porosidad buena secundaria en fracturas y cavidades por disolución impregnación de aceite.
4335-4339	Mudstone, gris claro, gris verdoso, compacto, en partes de aspecto bentonítico.

Tabla A.3. Descripción de las muestras de núcleos del Pozo Atyasil-DL1.

Fotografías de fragmentos de Núcleo del Pozo Atyasil-DL1



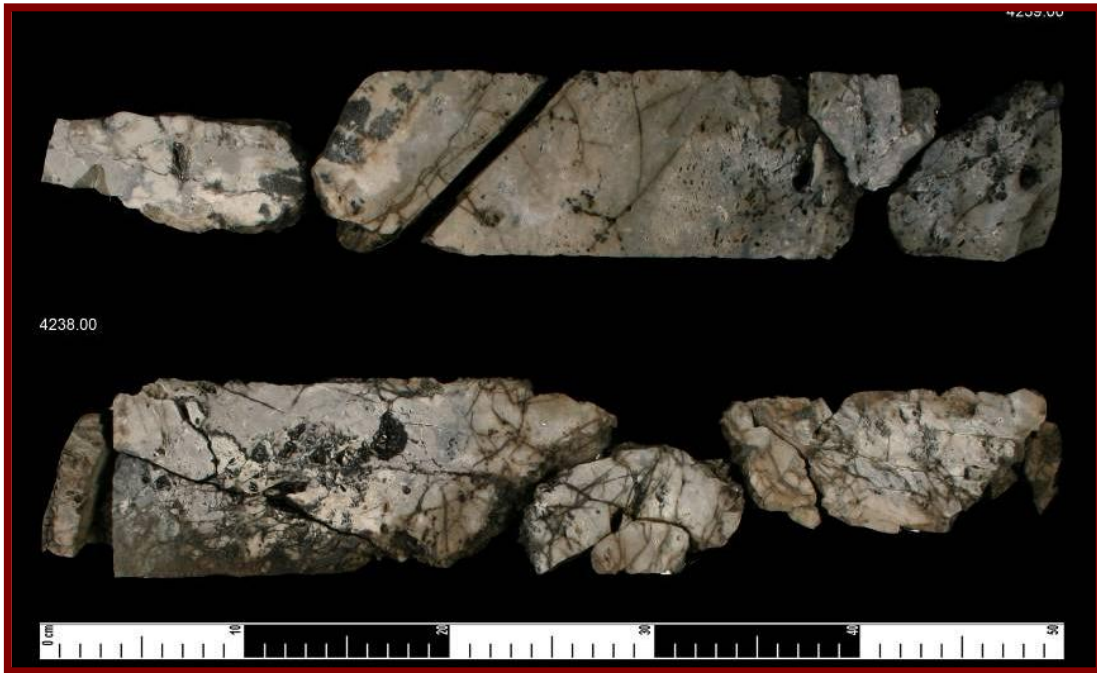
Núcleo 1.- Se tomó a 4095-4108 m de la unidad BTPKS.



Núcleo 2.- Se tomó a 4160-4165 m de la unidad BTPKS.



Núcleo 3.- Se tomó a 4235-4240 m de la unidad BTPKS.



Núcleo 4.- Se tomó a 4335-4339 m de la unidad KM.

Cimas litoestratigráficas del Pozo Atyasil-DL1

POZO	CUERPO	CIMA	ESPESOR
AYATSIL-DLI	BP0	4072	11
AYATSIL-DLI	C23	4083	112
AYATSIL-DLI	C22	4195	70
AYATSIL-DLI	C21	4265	70
AYATSIL-DLI	C11	4335	10
AYATSIL-DLI	C9	4345	70
AYATSIL-DLI	C7	4415	69
AYATSIL-DLI	C5	4484	10
AYATSIL-DLI	C3	4494	123
AYATSIL-DLI	C1	4617	58
AYATSIL-DLI	JST (H)	4675	
AYATSIL-DLI	PT	4710	

Tabla A.4 Cimas litoestratigráficas del Pozo Atyasil-DL1

Estadísticas del Pozo

X	Y	PHIT	FV	VDOL	SW	VSH
569653	2168032	0.1	0.24	0.58	0.14	0.05
569653	2168032	0.08	0.26	0.61	0.16	0.06
569653	2168032	0.09	0.27	0.37	0.28	0.05
569653	2168032	0.05	0.1	0.12	0.78	0.14
569653	2168032	0.11	0.31	0.62	0.93	0.07
569653	2168032	0.06	0.27	0.6	0.95	0.05
569653	2168032	0.08	0.31	0.56	0.94	0.06
569653	2168032	0.08	0.22	0.45	0.93	0.07
569653	2168032	0.04	0.06	0.01	0.96	0.04
569653	2168032	0.02	0	0	0.89	0.11
569653	2168032					

Tabla A.5 Información de las estadísticas del pozo son las siguientes: Porosidades, Fracción volumétrica, volúmenes de dolomía, saturación de agua, y volumen de arcilla esta información ayuda a la realización de mapas de Isopacas.

Ambientes Sedimentarios del Pozo Atyasil-DL1

FACIES	DEPOSITO	ENERGIA	AMBIENTE
Facies clástica carbonatada	Talud	Alta energía	Marino Profundo
Facies clástica carbonatada	Talud	Alta energía	Marino Profundo
Facies clástica carbonatada	Talud	Alta energía	Marino Profundo
Facies clástica carbonatada	Talud	Alta energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo
Facies carbonatada	Cuenca	Baja energía	Marino Profundo

Tabla A.6. Información de los ambientes sedimentarios contenidos en el pozo.

Tarjeta del Pozo Ayatsil-DLI

Tarjeta de Pozo - AYATSIL DL-1				
Datos Generales	Ubicación	Disponibilidad de Datos	Por Profundidad	Producción
Información Básica		Fechas		
Uwi	52000001302	Inicio Perforación	02-11-2007	
Nombre	AYATSIL DL-1	Fin Perforación	27-04-2008	
Campo	AYATSIL	Terminación Oficial	04-06-2008	
Cuenca	CUENCA DEL GOLFO DE MEXICO	Elevaciones		
Activo	ACTIVO INTEGRAL KU-MALOOB-ZAAP	Tirante de Agua (m)	114.0	
Municipio	CARMEN	Elevación Referencia (m)	Mesa Rotaria	
Estado	CAMPECHE	Mesa Rotaria (m)	25.0	
Fuente	PEP	Kelly Bushing (m)	25.0	
Ubicación	MARINO	Profundidad Total (m)	4710.0	
Tipo	SUPERFICIE	Profundidad Verticalizada (m)	4709.0	
Dirección	VERTICAL			
Plataforma	S/S OCEAN NEW ERA			
Proyecto Inversión	CAMPECHE ORIENTE			
Clasificación				
Clasificación Lahee	03-03-01			
Clasificación Inicial	POZO DE DELIMITACION O EXTENSION DEL YACIMIENTO DL			
Clasificación Final	POZO DE DELIMITACION O EXTENSION DEL YACIMIENTO DL			
Resultado del Pozo	PRODUCTOR DE ACEITE			
Estado				
Situación Actual	PRODUCTOR DE ACEITE			
Estado Operacional (Diario)	TAPONADO			
Estado SNIP (Mensual)	- : -			

Tabla A.7. Muestra la mayor información contenida del pozo Ayatsil-DLI.

Estado Mecánico del Pozo Ayatsil-DL1
Plataforma: s/s Ocean New Era
Estructura: –
Conductor: Único

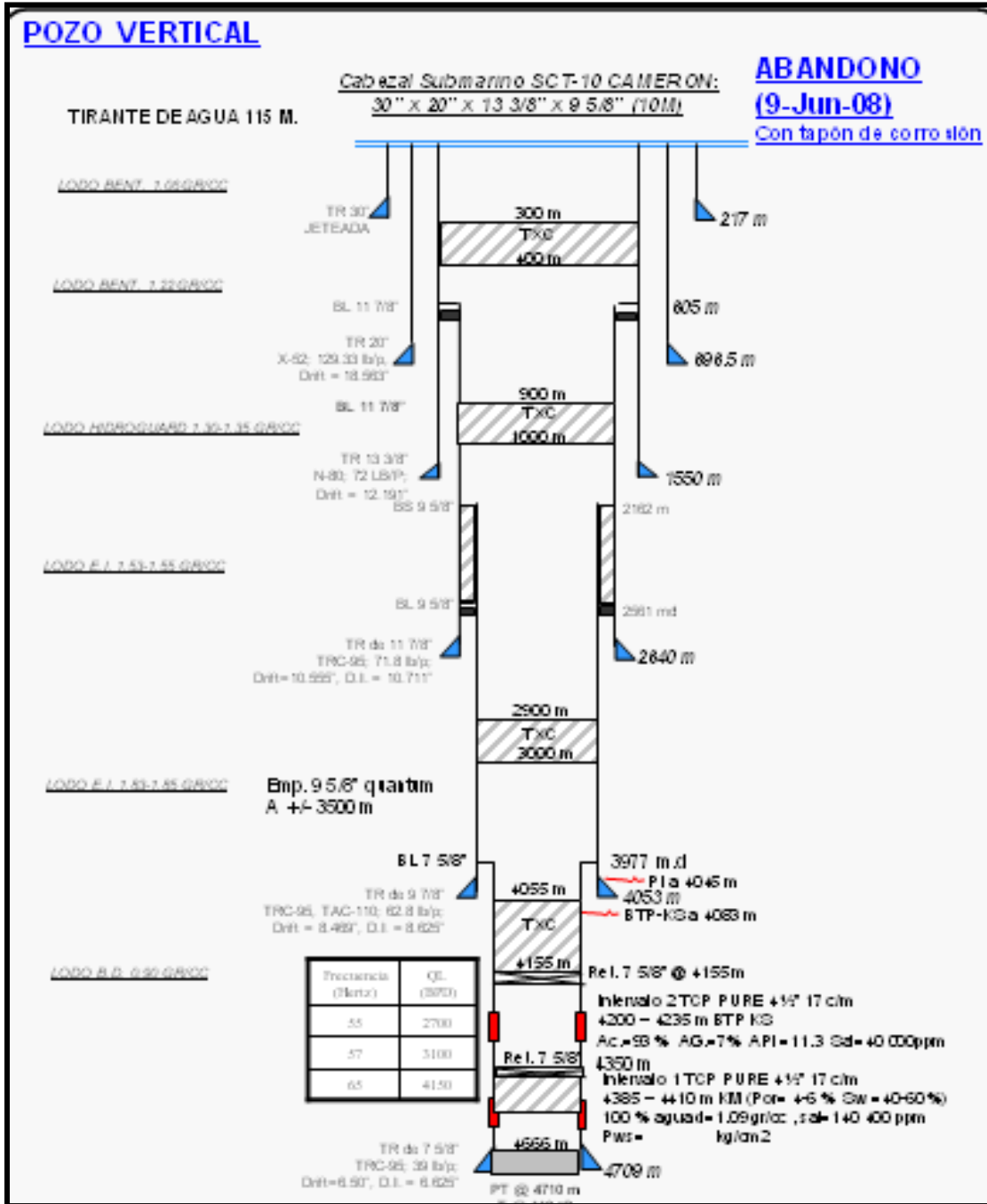


Figura A.1. Se muestra la trayectoria del pozo así como los intervalos disparados.

Nomenclatura del Programa

DELTATMA: Propiedades matriciales con litología.
DELTANPHI: Diferencia entre registros del neutrón el original y el sintético.
DELTADPHI: Diferencia entre registros de densidad el original y el sintético.
DELTASPHI: Diferencia entre registros sónicos el original y el sintético.
DENL: Densidad del lodo.
DPHI1: Registro de densidad original.
DPHIL: Registro de densidad sintético.
DPHIE: Registro de densidad editado.
DPHIC: Registro densidad corregido por agujero.
DPHICC: Registro densidad corregido por arcillas.
FDP: Factor de formación de doble porosidad.
FPP: Factor de peso para el calculo de la porosidad total.
FVS: Fracción volumétrica secundaria.
FXD: Factor de corrección del densidad.
FXN: Factor de corrección del neutrón.
FXS: Factor de corrección del sónico.
GRF: Corrección por radioactividad del rayos gamma natural.
ID: Intervalos disparados.
MDPC: Exponente de cementación constante.
MDP: Exponente de cementación variable.
NDP: Exponente de saturación variable.
NPHI1: Registro neutrón original.
NPHIL: Registro neutrón sintético.
NPHIE: Registro neutrón editado.
NPHICC: Registro neutrón corregido por arcillas.
PEFSIN: Propiedades matriciales con litología.
PHIT: Porosidad total.
PHIMA: Porosidad matricial.
PHISEC: Porosidad secundaria.
SALIN: Salinidad del agua.
SPHIL: Registro sónico sintético.
SPHIE: Registro sónico editado.
SPHIC: Registro sónico corregido por agujero.
SPHICC: Registro sónico corregido por arcillas.
SPI: Índice de porosidad secundaria.
SUWI: Saturación de agua.
TEMP: Temperatura.
VARE: Volumen de arenas.
VANH: Volumen de anhidrita.
VCAL: Volumen de caliza.
VDOL: Volumen de dolomía.
VSH: Volumen de arcilla.

BIBLIOGRAFIA

- ✚ **Ángeles Aquino F. J.**, 1983; Monografía Petrolera de la Zona Marina. Superintendencia General de Exploración, Petróleos Mexicanos, 110 p. (inédito)

- ✚ **Ángeles Aquino F. J.**, 2010; Evolución Geológica Sedimentaria de las Brechas en la Sonda de Campeche. Artículo Técnico.

- Ángeles Aquino F. J.**, Ortuño Maldonado E., Soriano Mercado E., 1991; Prospecto Tunich-Puerto Ceiba Cretácico. Evaluación Geológica del Cretácico en la Sonda de Campeche. Superintendencia de Paleosedimentación, Región Marina, Petróleos Mexicanos, 40 p. (inédito)

- ✚ **Base de datos** Aditep.

- ✚ **González Morales C.**, 2009; Relación de la Tectónica Jurásica con las Trampas Estructurales del Cretácico en la RMNE, pp. 6-15.

- ✚ **Ortuño Maldonado E.**, González Morales C., 2009; Potencial Petrolero del Mesozoico en la Sonda de Campeche, pp. 33-42.