Capítulo 5

Experimento para determinar la cantidad de carbonatos

Este experimento se llevo a cabo con la finalidad de determinar de manera cualitativa el incremento de carbonatos en los estratos, conforme se avanza en la perforación, las rocas se enriquecen en carbonatos, y se aprovecha la reacción de los carbonatos con el acido clorhídrico y la solubilidad del calcio para determinar de manera indirecta, la cantidad de calcio que hay en las calizas y así poder identificar el tipo de roca caliza presente en el recorte.

Es indispensable saber que tipo de litología se esta perforando para así poder tomar las medidas preventivas apropiadas a problemas que se puedan presentar durante la perforación. Paralelamente se dispone del registro geofísico y conforme se va perforando y realizando los análisis a la muestras de canal deben de coincidir los tipos de litología (Ver Tabla 5.2).

Únicamente al mudstone se le realiza esta prueba, a las lutitas no se les hace este tipo de experimento, puesto que se identifican fácilmente, se coloca una muestra de roca en un recipiente con agua y después de unos segundos se observa como se hinchan ligeramente las muestras, además uno toma una muestra entre los dedos y al apretarla ligeramente se siente como se deshace entre los dedos, se forma una pasta muy suave y muy deformable.

La muestra que se empleo para el desarrollo experimental proviene del pozo Tizón 12, del campo Samaria.

V.1.1 Fotografía de la muestra

Se tomaron algunas fotos con el analizador de imagenes del laboratorio de petrografía, salón 114, con un aumento de 20X, en blanco y negro, no se prepararon láminas delgadas ni tampoco se pulieron las muestras, solo se observan directamente en el analizador de imágenes, Fig. 5.1. Se tomo foto a una muestra de lutita café claro, Fig. 5.2; a una lutita gris clara, Fig. 5.3; a una de mudstone arcilloso, Fig. 5.4; a una de mudstone bentonitico, Fig. 5.5 y a una de un domo salino, Fig. 5.6.

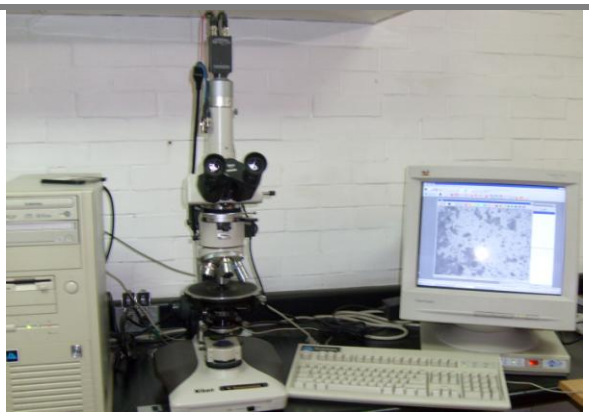
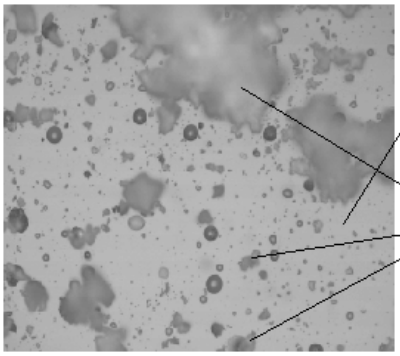
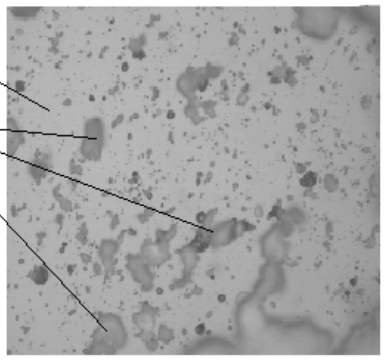


Fig. 5.1 Analizador de imágenes.





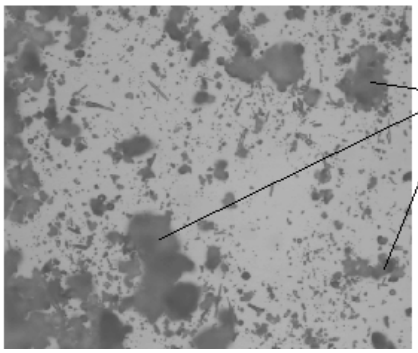
Base del analizador de imagenes

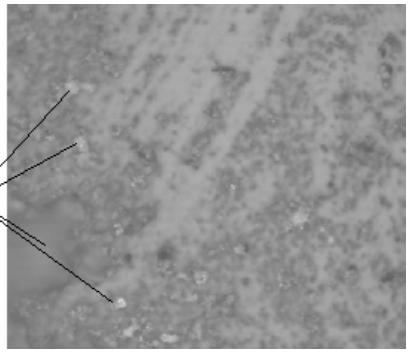
Granos de lutita gris claro

Granos de lutita cafe claro

Fig. 5.2 Lutita café claro

Fig. 5.3 Lutita gris clara





Granos de Mudstone arcilloso

Granos de Mudstone bentonitico

Fig. 5.4 Mudstone arcilloso

Fig. 5.5 Mudstone bentonitico

Granos de domo salino

Fig. 5.6 Domo salino.

V.1.2 Molienda de la muestra

En un mortero, se realiza la molienda de recorte que pase por el tamiz 100 Tyler (150 µm). La cantidad de muestra que se requiere para la prueba es de 1 g, por lo que se lleva a la molienda aproximadamente 100 g. En la Fig. 5.7 hay tres fotos donde se puede observar el proceso.

Fig. 5.7 a) Se coloca la muestra en el mortero, b) Se empieza la molienda de la muestra, c) La muestra finamente molida.

V.2 Solubilidad

Con el nombre de solubilidad se denomina a la reacción acido base, entre el ácido clorhídrico y el carbonato de calcio presente en muestras de canal. La siguiente reacción ejemplifica este hecho:

$$CaCO_{3(s)} + HCl_{(ac)} \rightarrow CaCl_{2(ac)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

Con el análisis de solubilidad se ayuda gradualmente a determinar el tipo de roca, cuando se tiene duda en la determinación de lo que se ve en el microscopio o en muestras de mano en el campo, siendo la solubilidad de gran apoyo, este análisis generalmente se aplica al mudstone. Los cambios de los resultados de solubilidad son indicio de cambios de la formación.

La solubilidad esta en función del contenido de carbonato de calcio en la roca. La solubilidad se determina cuantificando el volumen generado de CO_2 durante la reacción de la roca con acido clorhídrico.

En este experimento es fácil observar como la roca caliza reacciona violentamente al contacto con el acido clorhídrico debido a su alto contenido de carbonato de calcio, comparando este fenómeno con la reacción que presenta una marga o una dolomía que

debido a las impurezas que presentan, su reacción con el acido clorhídrico no es tan violenta.

V.2.1 Material

Reactivos

- Acido clorhídrico
- Agua
- Muestras de canal

Equipo

- Balanza analítica
- Mortero
- Bureta
- 3 Matraces de 500 ml
- Tubo de vidrio
- Tapones de hule
- Oradador

V.2.2 Procedimiento

A continuación se presenta el método paso a paso para realizar la prueba de solubilidad. Los incisos 1 a 4 se realizaron durante una de las prácticas escolares que se realizan por parte del departamento de petrolera.

1. Tamizado (cribas vibradoras) de la muestra.
2. La muestra tamizada se lava con suficiente agua y jabón de polvo.
3. Con ayuda del microscopio estereoscopio, se seleccionan los recortes a analizar.
4. Se colocan los recortes en un recipiente y se secan en una parrilla, posteriormente se enfrían a temperatura ambiente.

En la Fig. 5.8 aparecen imágenes de recortes de calizas, como se puede observar los granos tienen diferentes tamaños, los granos no son homogéneos. Las muestras que se analizan tiene que ser representativas del pozo para tener mayor seguridad en saber que tipo de litología se esta perforando.

Fig. 5.8 Recortes de las cribas vibradoras tamizadas y lavados

Los siguientes pasos se realizaron en el laboratorio de química, salón 315.

5. Se pesa un gramo de muestra en una balanza (se recomienda utilizar implementos de peso y medida estandarizados). En este experimento se uso una balanza analítica de excelente precisión como se puede observar en la Fig. 5.9

Fig. 5.9 a) Se pesa exactamente un gramo de la muestra molida en la balanza analítica; b) Gramo de caliza; c) Gramo de otra muestra

6. Dispositivo de prueba. Se requiere de tres matraces erlenmeyer con escala para poder leer el volumen desplazado de agua, también se puede utilizar una probeta de 500 mL. Tapones de hule para ajustar la bureta y los tubos de desprendimiento, uno para conducir el gas CO_2 generado y otro para conducir el agua desplazada. Así como se muestra en la Fig. 5.10. Se utilizo un colorante en el agua para que se pudiera observar más claramente el desplazamiento del agua de un matraz a otro.

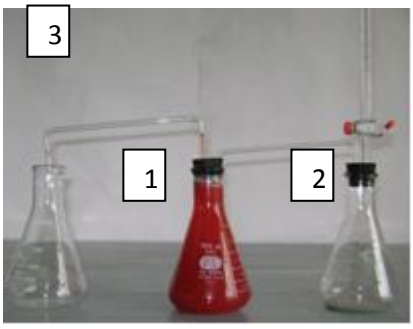


Fig. 5.10 Dispositivo experimental

7. El matraz uno se llena al enrase, con agua destilada, en la Fig. 5.10 se indica el número

uno. En el matraz dos se coloca la bureta, colocando la punta dentro del tapón (Fig. 5.10). El matraz tres recibe el agua desplazada.

8. Se coloca el gramo molido de muestra en el matraz 2 limpio y completamente seco, Fig. 5.11 a), Se coloca en el matraz un tapón de hule, Fig. 5.11 b). El primer y segundo matraz deben estar sellados herméticamente para evitar la fuga de la presión, que puede originar resultados erróneos.

Fig. 5.11 a) matraz con el gramo de muestra y b) matraz con la bureta y el tubo de vidrio, c) los tres matraces están conectados por tubos de vidrio

9. Al primer matraz donde se encuentra la muestra se le adiciona a la bureta 25 mL de acido clorhídrico al 10% y se abre la llave de paso (de tal forma que el goteo sea constante y continuo, en cuanto termine de vaciarse el acido clorhídrico de la buretra, esta se cierra para impedir que el CO_2 escape por ahí, en la Fig. 5.12 a), se muestra que en cuanto el acido clorhídrico entra en contacto con los carbonatos, se inicia una reacción violenta. En la Fig. 5.12 b), el CO_2 se libera al instante en que el acido clorhídrico entra en contacto con los carbonatos y este empieza a desplazar el agua del segundo matraz al tercer matraz como se ilustra en la Fig. 5.12 c).

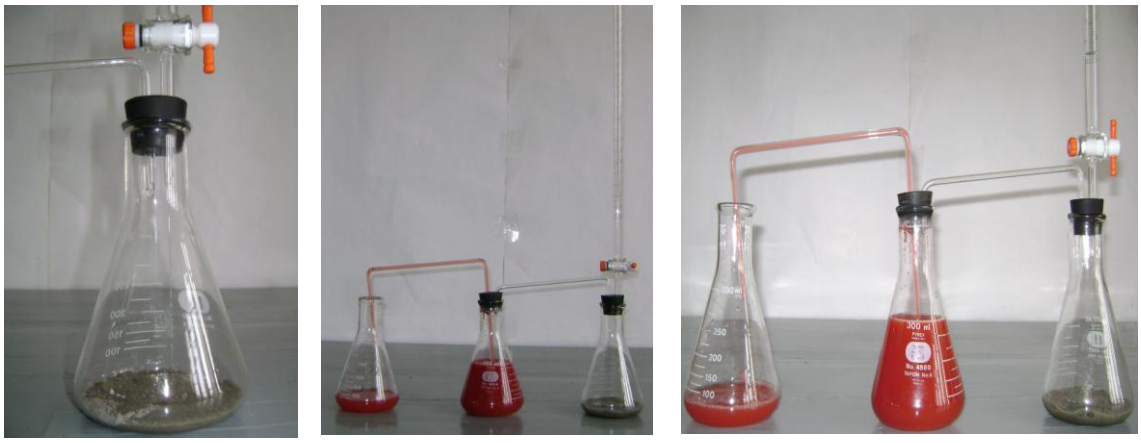
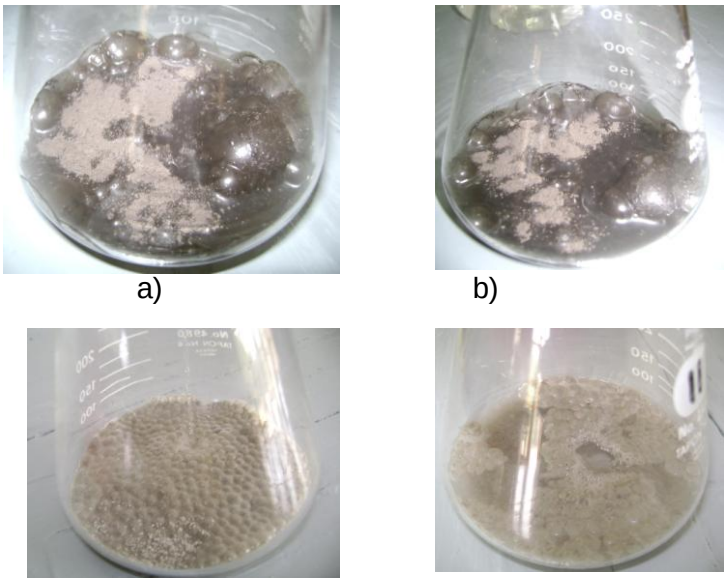


Fig. 5.12 a) Reacción de acido clorhídrico, b) Liberación del CO_2, c) Desplazamiento de líquido

10. El tiempo de reacción es de aproximadamente 5 minutos.

La reacción comienza inmediatamente después que el acido clorhídrico entra en contacto con la muestra, en las siguientes Fig. 5.13 a), b), c) y d) se observa la reacción de la muestra con el acido a los 10, 20, 60 y 80 segundos respectivamente



a) b)

c) d)

Fig. 5.13 a) Reacción a los 10 s; b) a los 20 s; c) a los 60 s y d) a los 80 s

11. Se mide el volumen de agua desplazado al tercer matraz, esto se ilustra en las Fig.s 5.14 a) y b) y se aplica la siguiente formula:

Fig. 5.14 a) y b) Se ve el volumen desplazado en el tercer matraz

V.2.3 Cálculo de la solubilidad

$$Solubilidad = \frac{[Volumen\ de\ agua\ desalojado - Volumen\ de\ HCl]x100}{[(T^{o}C)(0.82) + 224.15]}$$

V.2.4 Procesamiento de datos

El porcentaje de solubilidad nos indica el tipo de roca carbonatada. Es conveniente fijar un tiempo de reacción uniforme en todos los analisis, de preferencia 5 minutos.

La Tabla 5.1 muestra los porcentajes de solubilidad promedio para las rocas carbonatadas más comunes.

Tabla 5.1 Porcentajes de solubilidad

Roca carbonatada	*Porcentaje de solubilidad*
Caliza	70 a 96
Caliza arcillosa	50 a 70
Caliza dolomítica	40 a 60
Marga	30 a 50
Dolomía	20 a 40

Para esta tesis se emplearon recortes de diferentes pozos, los cuales se listan a continuación:

Pozo	*Formación*	*Profundidad (m)*
Cactus 1073	Mudstone bentonitico	3505 a 3507
Tizón 212	Mudstone arcilloso	6380 a 6590

Los resultados que se obtuvieron son:

Pozo	*Formación*	*Volumen desplazado (mL)*	*Estructura*
Cactus 1073	Mudstone bentonitico	80	Dolomia
Tizón 212	Mudstone arcilloso	252	Caliza

El mudstone bentonitico desplazo muy poca agua debido a que la bentonita no reacciona con el ácido clorhidrico. En cambio el mudsone arcilloso desplazo casi la totalidad del agua.

La Tabla 5.2 muestra la columna geológica compuesta de Tabasco-Chiapas, mientras se va perforando un pozo en esta área tiene que haber una correlación entre las muestras de canal analizadas y la columna de esta tabla.

Tabla 5.2 Columna geológica compuesta Tabasco-Chiapas

CUATERNARIO	ACTUAL	RECIENTE	INDETERMINADO
	PLEISTO-CENO	PARAJE SOLO	*Arcillas arenosas a arenas muy finas (limolita) gris verdoso y gris pardusco bien clasificadas*, intercaladas con capas de arenas angulosas, gris claro y de grano medio; en la base presenta delgadas capas de lignito, carbón fósil y fragmentos de moluscos.
TERCIARIO	PLIOCENO	FILISOLA	La constituyen potentes cuerpos de arena gris claro de grano fino a grueso y lentes de lutita arenosa (limolita) gris verdoso.
		Fm. FILISOLA	Potentes cuerpos de lutitas y lutitas arenosas gris verdoso y gris oscuro con intercalaciones de capas de arena gris claro y gris oscuro de grano medio, en esta zona se distingue únicamente en los pozos que se perforan cerca de la actual línea de costa y hasta en una línea imaginaria y paralela a la misma situada aproximadamente a 30 km tierra adentro.
	MIOCENO	CONCEPCIÓN SUPERIOR	Lutitas arenosas gris claro y gris verdoso bien estratificado, incluye capas de arena gris claro y gris verdoso de grano fino a medio.
		CONCEPCIÓN INFERIOR	Constituida por lutita arenosa gris, gris verdoso y gris oscuro intercaladas con capas de arena gris claro arcillosa de grano fino.
		ENCANTO	Potentes cuerpos de lutita ligeramente arenosa gris y gris claro, hacia la base presentan intercalación de cuerpos de arenisca blanca de grano fino. En algunos campos, esta formación es productora de aceite.
		DEPÓSITO	Potentes cuerpos de lutita gris verdoso, en partes arenosas, con intercalaciones de arenisca de cuarzo; pueden ser con intercalaciones de cuarzo gris claro de grano medio a fino, bien cementada con material calcáreo; se observan lentes de bentonita gris verdoso, descansa en una discordancia sobre sedimentos arcillosos del Oligoceno Medio.
	OLIGOCENO MEDIO		Constituida principalmente por lutita bentonítica gris verdosa, con intercalaciones de capas delgadas de bentonita verde y azul.
	EOCENO		Potentes espesores de lutitas gris claro y gris verdoso, compacta, masiva, calcárea; en la cima presenta intercalaciones con capas de caliza brechoide blanco cremoso y bentonita verde azuloso.
	PALEOCENO		Predominan lutitas bentonítica calcáreas de gris verdoso, dura, en la cima presentan capas de arenisca gris clara, en la base se encuentran brechas de caliza blanco cremosos, indican la discordancia regional entre el Terciario y el Cretácico superior.
CRETÁCICO	SUPERIOR	Fm. MÉNDEZ	*Formada principalmente por margas café rojizo claro, hacia la cima presentan brechas calcáreas* color blanco cremoso; incluyen calizas tipo Mudstone, Wackestone, Packestone y Greinstone
		SAN FELIPE	Representado por calizas bentonítica, gris verdoso, con intercalaciones de finas capas de bentonita verde claro.
		AGUA NUEVA	Consiste de una caliza crema (Mudstone blanco cremoso) y gris claro, compacta, presenta microfracturas en ocasiones impregnadas de aceite, así como abundancia en bandas de nódulos de pedernal biogeno gris claro, gris oscuro, café claro, negro y ámbar; hacia la base está constituido por Mudstone arcilloso, café obscuro, negro y gris verdoso.
	MEDIO		El Cretácico medio varía dependiendo de la zona, dentro del área Chiapas – Tabasco. 1ª fase: de Sur a Norte; desde las primeras estribaciones de la sierra de Chiapas hasta el Sur del campo Sitio Grande, incluyendo en una línea Este - Oeste, los campos Giralda, Iris, Dorado, Mundo Nuevo, etc., se constituye por calizas de plataforma (Wackestone, Packestone y Greinstone) de colores café claro y gris claro. 2ª fase: comprende rocas de mar abierto, constituida por brechas con clastos de calizas, incluyendo restos de macrofósiles, rudistas, caliza dolomitizada y dolomía café claro y gris claro, esta franja parece corresponder a una margen de cuenca o talud arrecifal. 3ª fase: más al Norte se encuentran calizas de aguas profundas (de cuenca), como Mudstone de color blanco cremoso café claro, compacto con dolomía café claro, gris, gris claro y textura microcristalina y mesocristalina.
	INFERIOR		Representado por calizas Mudstone arcillosas gris, gris verdoso y café obscuro, compacto; y Mudstone incipientemente dolomitizado gris verdoso, gris y café obscuro; en su parte media y hacia la base pasa a dolomía gris pardusco y gris verdoso, en ocasiones con intercalaciones de anhidrita blanca; en el Norte del área Chiapas – Tabasco lo constituye un Mudstone gris obscuro y gris verdoso que hacia la base se gradúa a Packestone y Greinstone de oolitas; su espesor varía de 500 m en la cuenca a 1000 en plataforma.
JURÁSICO	SUPERIOR	TITHONIANO	Constituido en toda el área por Mudstone arcilloso, café obscuro y negro, en ocasiones parcialmente dolomitizado; además puede estar presente dolomita arcillosa café obscuro. Estas rocas son consideradas las principales generadoras de hidrocarburos líquidos y gaseosos, su espesor varía entre los 100 y 600 metros.
		KIMMER	Consiste de una secuencia alternante de Packestone y Greinstone de oolitas peletoides café cremoso y gris verdoso compacto, con intercalaciones de anhidrita en capas delgadas, en algunos campos del área se presentan las rocas descritas ligeramente dolomitizadas o en otras transformadas en dolomía. Se incluye también Mudstone verde claro y verde obscuro. Estas rocas son consideradas como excelentes almacenadoras de hidrocarburos, y su espesor varía de 265 a 548 metros.
		OXFORDIANO	Formado por Mudstone y Wackestone café claro, gris verdoso y gris obscuro, puede presentar dolomitización incipiente, en alternancia con capas de anhidrita blanca y yeso blanco de espesor variable. Incluye Packestone de oolitas café claro, compacto. La potencia de estas rocas varía de 265 a 900 metros.
	MEDIO	CALLOVIANO	Representada por Mudstone y Wackestone café claro, gris claro obscuro, compacto, con microfracturas selladas por calcita; en la parte media y basal (de lo hasta ahora perforado). Hacia la cima consiste de Packestone, Greinstone de biógenos café cremoso y gris verdoso, incipientemente dolomitizados; presenta capas intercaladas de anhidrita blanca y yeso blanco, ambos de aspecto masivo; *incluye además Mudstone arcilloso gris obscuro y café obscuro* compacto. El espesor es de 1146 metros.