ÍNDICE GENERAL

	Resumen	i
	Objetivo	ii
	Capítulo 1	
	Introducción	1
I.1	Columna geológica esperada	4
I.2	Geopresiones	5
I.3	Programa de toma de información.	10
I.4	Recopilación y análisis de la información de pozos de correlación.	14
I.5	Selección y programa de los fluidos de perforación	15
I.6	Selección de barrena	22
	Capítulo 2	
	Propiedades físico-químicas de las rocas sedimentarias	
II.1	Superficie específica	25
II.2	Capacidad de Intercambio catiónico	26
II.3	Capacidad de absorción	27
II.4	Hidratación e hinchamiento	27
II.5	Plasticidad	28
II.6	Tixotropía	29
II.7	Propiedades mecánicas	30
II.8	Mecanismo osmótico de cambio de volumen	31
II.8.1	El Balance de Repulsión y Atracción	35
II.8.2	Eficiencia osmótica	37
II.8.3	Hinchamiento por ósmosis	38
II.9	Estabilidad química de los carbonatos	41
II.10	Modelo de Debye Hückel.	42
	Capítulo 3	
	Rocas sedimentarias	49
III.1	Rocas sedimentarias	51
III.2	Estratificación	51

III.3 Estructuras de algunas arcillas 59
III.4 Clasificación de areniscas 66
III.5 Principales rocas sedimentarias 68
III.6 Composición de las rocas sedimentarias 69
III.7 Rocas Evaporiticas 79
III.8 Lutitas 80
III.9 Registros geofísicos 91
III.9.1 Potencial espontáneo. 91
III.9.2 Registro de GR 94
III.9.3 El registro NGS 95
III.9.4 Registros sónicos 98
III.9.5 Registros de densidad 100
III.9.6 Registro Litho-Densidad 102
III.9.7 Registros neutrónicos 103
III.10 Sísmica de pozo 106
III.11 Medición mientras se perfora 107
III.11.1 Herramienta MWD 107
III.11.2 Herramienta LWD 108
III.11.3 Secciones estructurales 109

Capítulo 4

Muestras de canal 118

IV.1 Procedimiento para la recuperación de muestras de canal 118
IV.2 Descripción de las muestras de canal 118
IV.3 Problemas en la recuperación de muestras 133
IV.3.1 Definición de tubería atrapada 135
IV.3.2 Categorías de atrapamiento de tuberías. 135
IV.3.3 Empacamiento y puenteo 136
IV.4 Problemas de detección de porcentaje de muestras 136
IV.4.1 Muestras muy pulverizadas 137
IV.5 Uso de fluoroscopio para evaluar la fluorescencia 137
IV.5.1 Preparación de la muestra 138

IV.5.2 Color de la fluorescencia y brillo 140
IV.5.3 Distribución de la fluorescencia 141
IV.5.4 Técnica de fluorescencia cuantitativa "QFT". 142
IV.5.5 Procedimiento para hacer un fluoranalisis 143
IV.6 Calcímetro de Bernard: Calcimetría 143

Capítulo 5

Experimento para determinar la cantidad de carbonatos

V.1.1 Fotografía de la muestra 145
V.1.2 Molienda de la muestra 147
V.2 Solubilidad 147
V.2.1 Material 148
V.2.2 Procedimiento 148
V.2.3 Cálculo de la solubilidad 152
V.2.4 Procesamiento de datos 152

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones 155

Bibliografía 156
Apéndice A: Método de Pitzer 161
Apéndice B: Selección de un fluido de perforación 172

Índice de figuras

Capítulo 1

Fig.1.1 Eras geológicas 2

Fig. 1.2 Periodos y épocas en que se subdivide el tiempo geológico. 2

Fig. 1.3 Efecto del esfuerzo la sobrecarga sobre la porosidad de formación durante la compactación normal. 7

Fig. 1.4 Gradientes de formación 9

Fig. 1.5 Gradientes de poro y fractura del pozo Ceres 1 9

Fig. 1.6 Programa de perforación de un pozo 17

Fig. 1.7 Barrenas a) Tricónica, b) PDC, c) Diamante 24

Capítulo 2

Fig. 2.1 Comportamiento geomecánico (σ0 - εt) de rocas sedimentarias inalteradas. 31

Fig. 2.2 Dos maneras de visualizar la Doble Capa. La vista izquierda muestra el cambio en la densidad de carga alrededor del coloide. La derecha muestra la distribución de iones positivos y negativos alrededor del coloide cargado. 33

Fig. 2.3 a) Variación en concentración de Iones, b) Variación de densidad de carga y c) Potencial zeta. 34

Fig. 2.4 a) Potencial Zeta contra Potencial superficial; b) Interacción 35

Fig. 2.5 Efecto de tipo y concentración de electrolitos. 36

Fig. 2.6 Control de moldaje de arcillas liquidas 37

Fig. 2.7 Presión de hinchamiento 38

Fig. 2.8 Exposición de la bentonita a soluciones saturadas con distintas sales 39

Fig. 2.9 Bentonita expuesta a NaCl y re-expuesta a agua a diferentes cargas axiales. 40

Capítulo 3

Fig. 3.1 Ejemplo de la formación de rocas con sedimentos 52

Fig. 3.2 Arenisca 53

Fig. 3.3 Arenisca de grano fino a medio, subangular a subredondeado, con intercalaciones de lentes de lutitas y estratificación cruzada. 53

Fig. 3.4 Clasificación de las calizas en función de la textutra, (Dunham). 56
(lodo = lodo carbonatado = matriz = micrita), (cemento carbonatado= esparita)

Fig. 3.5 Clasificación de las calizas en función de los componentes petrofísicos 56

Fig. 3.6 Caliza oolitica 58

Fig. 3.7 a) Mudstone bentonitico y b) Mudstone arcilloso 58

Fig. 3.8 Lámina T-O-T, o, también conocida como la estructura de sándwich. Esta lámina tiene pues dos hojas T y una hoja O, o sea la lámina es del tipo 2:1. 61

Fig.3.9 Sepiolita y paligorskita, formadas por láminas discontinuas de tipo mica 62

Fig. 3.10 Presentaciones esquemáticas de los tres minerales arcillosos. 63

Fig. 3.11 Representaciones esquemáticas de las estructuras enrejadas cristalinas de minerales arcillosos, incluyendo a) Montmorillonita, b) Illita y c) Caolinita 63

Fig. 3.12 Agua de hidratación de la montmorillonita de calcio o de sodio 64

Fig. 3.13 Asociación de partículas arcillosas 65

Fig. 3.14 a) Sedimento de tres componentes representado por un diagrama ternario. b) Clasificación y nomenclatura de los sedimentos comunes. (Modificado de Pirsson y Schuchert.) 66

Fig. 3.15 Cuarzo 67

Fig. 3.16 Cuarzoarenita 67

Fig. 3.17 Arcosa 67

Fig. 3.18 Grawacka 67

Fig. 3.19 a) Lutita gris claro, b) lutita pardo claro 67

Fig. 3.20 Conglomerado 69

Fig. 3.21 Brecha 71

Fig. 3.22 Marga 71

Fig. 3.23 Caliza Silícea 71

Fig. 3.24 Caliza de grano fino 71

Fig. 3.25 Dolomía 71

Fig. 3.26 Pedernal 73

Fig. 3.27 Ópalo 73

Fig. 3.28 Feldespato potásico a) y b) 73

Fig. 3.29 a) Biotita, b) Muscovita y c) Clorita 75

Fig. 3.30 Minerales ultraestables; a) Circón y b) Turmalina 76

Fig. 3.31Minerales estables: a) y b) Apatito, y c) Granate 76

Fig. 3.32 Minerales moderadamente estables: a) Epidota y b) Esfena 76

Fig. 3.33 Minerales inestables: a) y b) Hornblenda y c) Augita 76

Fig. 3.34 Material muy inestable, olivino 76

Fig. 3.35 Minerales de estabilidad no bien definida: a) Barita y b) Fluorita 77

Fig. 3.36 a) y b) Fragmentos de rocas argiláceos. 77

Fig. 3.37 Fragmentos de roca volcánicos 77

Fig. 3.38 a) Pizarra, b), c) y d) granos de pizarra 78

Fig. 3.39 Areniscas a) y b) 78

Fig. 3.40 Calizas a) y b) 78

Fig. 3.41 Forma esquemática la que se puede distribuir la lutita en los sedimentos (DEWAN, 1.983, P. 232). 83

Fig. 3.42 Esquema de las formas en la que la arcilla autígena puede formarse en el espacio poroso (DEKAN, 1983, P. 234). 84

Fig. 3.43 Espaciamientos basales de esmectitas (S) y vermiculitas (V) en contacto soluciones salinas acuosas. 86

Fig. 3.44 Sistema Lodo de perforación – Lutita- Fluido de poro 88

Fig. 3.45 Efectos del fluido de perforaciónsobre los minerales arcillosos 88

Fig. 3.46 En la parte central de esta fotografía (MEB), se observan placas arcillosas del tipo clorita, en este caso actuando como material cementante. 88

Fig. 3.47. Diferenciación entre los tipos de corte dúctil y frágil 90

Fig. 3.48 Distribución de las fuerzas que actúan durante el corte. 91

Fig. 3.49 Ejemplo de registro de SP en una serie de lutitas de arena 93

Fig. 3.50 Cambio en la línea de base de SP 93

Fig. 3.51 Registro NGS de espectrometría de rayos gamma naturales 97

Fig. 3.52 Presentación del registro sónico 97

Fig. 3.53 Detección de una zona sobre presurizada con el registro sónico 100

Fig. 3.54 Presentación del registro FDC 100

Fig. 3.55 Registro de densidad en lutitas sobre presurizadas 104

Fig. 3.56 Presentación del registro SNP
Fig. 3.57 Presentación del registro CNL-FDC 104

Fig. 3.58 Herramienta MWD 108

Fig. 3.59 Herramienta LWD 109

Fig. 3.60 Sección estructural de Cantarell 110

Fig. 3.61 Sección transversal del Paleocanal de Chicontepec. Las arenas tienen una limitada continuidad lateral. 110

Fig. 3.62 Típica sección estructural del campo Muspac, indicando los principales horizontes. 111

Fig. 3.63 Columna geológica del Campo Cantarell 113

Fig. 3.64 Columna geológica del Campo Muspac y del Paleocanal de Chicontepec 114

Fig. 3.65 Columna geológica de la Cuenca de Burgos (hacia el sur de la cuenca), parte 1 116

Fig. 3.66 Columna geológica de la Cuenca de Burgos, parte 2, (hacia el sur de la cuenca) 117

Capítulo 4

Fig. 4.1 Cuadro de comparación visual para estimar el grado de redondez y esfericidad de los clastos (basado en Powers, 1953) 120

Fig. 4.2 Impregnación de hidrocarburos 123

Fig. 4.3 Registro de hidrocarburos 128

Fig. 4.4 Registro de los 500 a los 600 m de profundidad. 129

Fig. 4.5 Registro de los 920 a los 1025 m de profundidad. 130

Fig. 4.6 Registro de los 1140 a los 1245m de profundidad. 131

Fig. 4.7 Registro de los 1465 a los 1568 m de profundidad. 132

Fig. 4.8 Los derrumbes son diferentes que los cortes normales de la barrena por ser más grandes y más ovalados. 135

Fig. 4.9 Flouroscopio 138

Fig. 4.10 La fluorescencia varia de color amarillo-claro a oscuro aunque también existen tonalidades verdosas y azulosas 139

Capítulo 5

Fig. 5.1 Analizador de imágenes. 146

Fig. 5.2 Lutita café claro 148

Fig. 5.3 Lutita gris clara 146

Fig. 5.4 Mudstone arcilloso 146

Fig. 5.5 Mudstone bentonitico 146

Fig. 5.6 Domo 146

Fig. 5.7 a) Se coloca la muestra en el mortero, b) Se empieza la molienda de la muestra, c) La muestra finamente molida 147

Fig. 5.8 Recortes de las cribas vibradoras tamizadas y lavados 149

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 149

Fig. 5.10 Dispositivo experimental 149

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 150

Fig. 5.12 a) Reacción de acido clorhídrico, b) Liberación del CO2, c) Desplazamiento de líquido 151

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 151

Índice de tablas

Capítulo 2

Tabla 2.1 Valores de temperatura, pH y fuerza iónica, de una muestra de agua de valores de temperatura, pH y fuerza iónica, de una muestra de agua de formación 42

Tabla 2.2 Constante de equilibrio para carbonatos a diferentes temperaturas 44

Tabla 2.3 Contante del producto iónico del agua de diferentes temperaturas. 45

Tabla 2.4 Radios iónicos aproximados en soluciones acuosas a 25ºC 46

Tabla 2.5 Constantes de la ecuación de Debye-Hückel de 0 a 100 ºC 46

Capítulo 3

Tabla 3.1 Características de los periodos geológicos 49

Tabla 3.2 Clasificación general de rocas sedimentarias 52

Tabla 3.3 Tipos de estratificación 53

Tabla 3.4 Comparación de algunos sistemas de clasificación de las rocas carbonatadas 54

Tabla 3.5- Sistema de clasificación de rocas calizas ideado por Dunham (1962) 55

Tabla 3.6. Sistema de clasificación de rocas calizas propuesto por Folk (1962) 55

Tabla 3.7 Equivalencia en las diferentes denominaciones de las rocas carbonatadas 57

Tabla 3.8 Clasificación de sedimentos por el tamaño de grano 57

Tabla 3.9 Clasificación de las arcillas 62

Tabla 3.10 Propiedades de las lutitas 81

Tabla 3.11 Tipos de arcillas 82

Tabla 3.12 Mineralogía y Capacidad de intercambio cationico de una muestra de lutita 87

Tabla 3.13 Tiempo de transito de algunas rocas 99

Tabla 3.14 Densidades para algunas rocas 102

Capítulo 4

Tabla 4.1 Clasificación de la flourescencia 141

Capítulo 5

Tabla 5.1 Porcentajes de solubilidad 152

Tabla 5.2 Columna geológica compuesta Tabasco-Chiapas 153