



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Estudio Experimental del Comportamiento
de Lodos de Perforación Bajo Diferentes
Condiciones de Fabricación y Trabajo

TESIS DE GRADO

**Previa a la Obtención del Título de
INGENIERO GEOLOGO Y DE PETROLEOS**

POR:

ROMEO QUIROZ COELLO

1 9 7 1



BIBLIOTECA

7 02 3382
D. 8
C. 3
INGRESADO A INVENTARIO CON
ORD. No.

Estudio Experimental
Del comportamiento de Lodos de
perforación Bajo diferentes Condiciones
de Fabricación y Trabajo

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO
DE INGENIERO EN GEOLOGIA Y PETROLEOS**

PRESENTADO POR

ROMEO [QUIROZ COELLO

EGRESADO DE LA ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

Guayaquil, Febrero de 1.971



BIBLIOTECA

Estudio Experimental

Del comportamiento de Lodos de
perforación Bajo diferentes Condiciones
de Fabricación y Trabajo

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO
DE INGENIERO EN GEOLOGIA Y PETROLEOS**

AUTOR

ROMEO QUIROZ C.

CERTIFICADA POR

ACEPTADA POR

Director del Departamento
De Ing. de Geología, Minas
y Petroles.

A Mis Amados Padres



BIBLIOTECA

a mi Esposa é hijo

A mis Abnegados Maestros



BIBLIOTECA

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en esta Tesis, corresponden exclusivamente al autor (Artículo sexto -- del Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales).

ROMEO QUIROZ COELLO



BIBLIOTECA

*El patrimonio intelectual de
la presente Tesis de Grado -
pertenece a la Escuela Super-
rior Politécnica del Litoral.*



BIBLIOTECA

RESUMEN

Ha sido el objeto del presente trabajo efectuar un estudio experimental del comportamiento de los principales tipos de Lodos. Para el efecto fueron preparados en el Laboratorio muestras representativas de los diversos sistemas a los que se proporcionó diferentes condiciones de fabricación y trabajo. Haciendo variar sistemáticamente la concentración de sus constituyentes esenciales e imponiendo a éstas, contaminaciones, altas temperaturas, etc.

La labor efectuada fue desarrollada enteramente en los laboratorios de Fluidos de Perforación del Instituto Mexicano del Petróleo, bajo la supervisión de profesionales especializados en trabajos de investigación de esta índole. Los resultados en los ensayos se presentan acompañados de las curvas correspondientes y, de una introducción previa de cada uno de los capítulos presentados.



INTRODUCCION

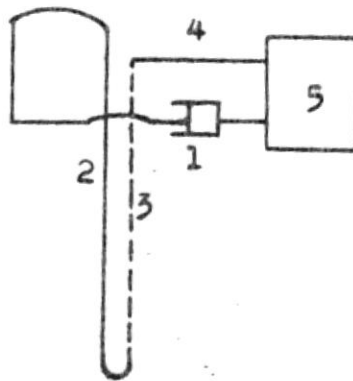
BIBLIOTECA

La importancia de los Fluidos de Perforación en operaciones de perforación por el método rotatorio es en la actualidad indiscutible, a él se encomiendan funciones fundamentales que permiten una rápida y segura operación y una máxima productividad de las formaciones petrolíferas.

Los Fluidos de Perforación deben efectuar las siguientes funciones:

- 1.- Limpiar de cortes el agujero.
- 2.- Enfriar y lubricar la barrena y sarta de perforación.
- 3.- Cubrir la pared del pozo con una capa impermeable.
- 4.- Proporcionar presión hidrostática.
- 5.- Suspender los cortes y material densificante cuando se interrumpe la circulación.
- 6.- Desprender la arena y cortes en la superficie.
- 7.- Soportar parte del peso de la tubería de perforación y tubería de revestimiento.
- 8.- Reducir al mínimo los efectos adversos que puedan dañar las formaciones productivas en las cercanías del agujero.
- 9.- Permitir la obtención de la máxima información por registros de pozos.

En el método de perforación rotatoria el fluido de perforación realiza un circuito cerrado cuyos elementos integrantes son:



- 1.- Bombas que toman lodos desde las cantinas y proporcionan la energía mecánica necesaria para su movimiento.
- 2.- Porción integrada por la descarga de las bombas, stand pipe, manguera, flexivo, unión giratoria, cuadrante, tubería de perforación, las traharreas y barrena.
- 3.- El espacio anular.
- 4.- Línea de salida que lleva al fluido hasta las cantinas.
- 5.- Cantinas

CONTROL DE CALIDAD DE CAMPO Y LABORATORIO.-

A fin de que los lodos desempeñen satisfactoriamente sus funciones específicas, y obtener de ellos el máximo rendimiento, se ha de necesitar un control riguroso y sistemático de sus propiedades físicas y químicas. El Ingeniero de Lodos encargado de este control, deberá, mediante tratamiento especiales mantener el fluido elegido en óptimas condiciones de trabajo, regulándose en un cuidadoso balance de consideraciones técnicas y económicas que proporcionen una cantidad de ahorro máximo sin sacrificar la seguridad del pozo.

El control de calidad de lodos de perforación se efectúa mediante pruebas llevadas tanto en el campo como en el laboratorio. Las primeras que son ensayos de rutina proporcionan datos que permiten un buen control en el trabajo de campo. Las segundas son utilizadas cuando la solución de complicados problemas no es posible con los limitados datos obtenidos de las pruebas de campo. Estas últimas son utilizadas también en las labores de investigación.

PRUEBAS FISICAS

EQUIPO

- Densidad o Peso del Lodo
- Viscosidad Marsh
- Viscosidad Plástica

- Balanza para Lodos
- Embudo Marsh
- Viscosímetro Fann

PRUEBAS FISICAS

EQUIPO

Viscosidad Aparente	Viscosímetro Fann
Punto Cedente (Yield Point)	Viscosímetro Fann
Gelatinosidad Inicial (G_i)	Viscosímetro Fann Shearómetro Baroid
Gelatinosidad a 10" (G_{10})	Viscosímetro Fann Shearómetro Baroid
Filtrado	Filtroprensa ordinario Filtroprensa Alta Presión y Alta Temperatura
Enjarre	Filtroprensa ordinario Filtroprensa Alta Presión y Alta Temperatura
Contenido de Arena	Medidor de Arena (Cedazo)
Contenido de Sólidos y Líquidos	Retorta de Destilación
Potencial de Hidrógeno (pH)	Papel phydrión Potenciómetro Beckman
Grado de Lubricación	Probador de Lubricación et trena E.P. Testermagoban
Resistividad	Resistivímetro Fann 88
Temperatura	Termómetro de Rango apropiado
Tensión Superficial	Tensiómetro Fisher Tensiómetro Cemco

PRUEBAS QUIMICAS

- Determinación de Cloruros
- Determinación de las Alcalinidades P_m y P_x
- Determinación del exceso de $C_a(OH)_2$
- Determinación de la Dureza
- Determinación del Ion Calcio
- Determinación del Ion Sulfato
- Determinación del Ion Mg.

PRUEBAS QUIMICAS

Determinación del Ion Ortofosfato

Determinación del Ion Fosfato

Determinación del SO_4Ca sin reaccionar

Determinación del Cromato de Sodio

Determinación aproximada de la concentración de obturantes no finos

Los métodos de análisis para todas las pruebas enunciadas están debidamente standardizadas por el API.



BIBLIOTECA



BIBLIOTECA

CAPITULO I

LODOS DE ARCILLA Y AGUA

El presente tema incluye el estudio del comportamiento de lodos compuestos exclusivamente de una fase dispersante de agua dulce y material arcilloso (Bentonita) en suspensión.

ARCILLAS.-

Químicamente las arcillas son aluminosilicatos hidratados, -- producto de la meteorización por (intempresimo) de algunas rocas. Se clasifican en tres grupos, cada uno de los cuales posee características físicas y químicas propias:

- A.- El grupo de Caolín (muy poco hidratable)
- B.- El grupo de la Montmorillonita (muy hidratable)
- C.- El grupo de las Micas

La estructura molecular de arcillas como la montmorillonita, consiste en laminillas delgadas semejante a la de las micas que se extienden paralelamente en todas direcciones, pudiendo ser separadas por fuerzas mecánicas. En la atapulgita las moléculas se presentan en forma de agujas.

Las arcillas se clasifican en hidrofílicas e hidrofóbicas, las primeras son aquellas que se dispersan en el agua, las segundas no. La Bentonita es la arcilla comercial utilizada generalmente en la elaboración de lodos de agua dulce, y está constituida en su mayor parte del mineral montmorillonita. La atapulgita se usa en lodos de agua salada.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LAS BENTONITAS.-

La Bentonita posee propiedades físicas y químicas de interés en lodos de perforación, entre ellas se puede mencionar: hinchamiento.

to por hidratación, dispersión, cambio de base, tixotropía, reducción de pérdidas de líquidos, efectos por cambio en el pH, efectos causados por sales solubles, etc.

HIDRATACION.-

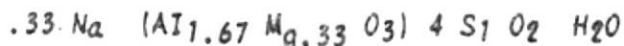
Consiste en el intercalamiento de moléculas de agua entre las laminillas de montmorillonita, el aumento del volumen ocasionado por la absorción del líquido constituye el hinchamiento (de 8 a 10 veces el volumen original del material seco). La hidratación se efectúa en dos etapas: la primera es la intercalación de hasta cuatro capas de agua entre las laminillas del material, esta se efectúa por acción de la energía de hidratación del agua. En la segunda etapa continúa el hinchamiento por repulsión entre las placas hasta alcanzar distancias de equilibrio indicadoras de que esta expansión está limitada por fuerzas de atracción. Esta última (agua planar) no está afianzada a la molécula tan fuertemente como la primera y puede ser liberada por evaporación.

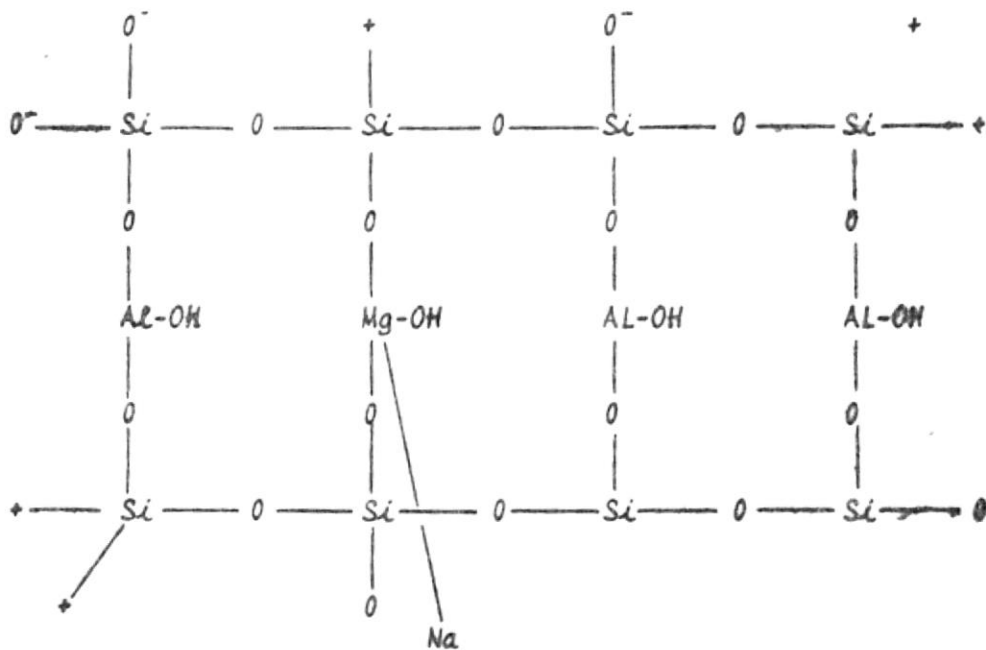
El grado en que las laminillas pueden ser separadas por hidratación, depende de las fuerzas electrostáticas con que están unidas. En las bentonitas sódicas, los iones Na proporcionan fuerzas de unión más débiles que en las cálcicas, hidratándose las primeras en mayor escala que aquellas.

El agua absorbida por las moléculas de arcilla de la fase dispersante (agua) ocasiona una disminución en el volumen de ésta, con el consecuente aumento de viscosidad.

CAMBIO DE BASE.-

La fórmula aproximada de la montmorillonita es:





FORMULA ESTRUCTURAL, DETERMINADA POR TRES CAPAS, DOS EXTERNAS DE SILICE Y UNA INTERNA DE ALUMINA

Se observa en la fórmula estructural que el magnesio ha sustituido a un átomo de aluminio en la capa central. El magnesio bivalente hace que la molécula quede eléctricamente desequilibrada con un exceso de carga negativa que puede ser satisfecha por la adición de un átomo monovalente como el sodio o medio átomo bivalente como el calcio. Estos cationes quedan en la superficie de la capa de silicea, representando la base intercambiable.

La fuerza con que los iones pueden reemplazar a otros es:



A continuación se indican la capacidad de intercambio catiónica en miliequivalentes por 100 gm., de algunas arcillas:

Kaolinita	3 - 15
Halloysita 2H ₂ O	5 - 10
Halloysita 4H ₂ O	40 - 50

Montmorillonita	80 - 150'
Illita	10 - 40
Vermiculita	100 - 150
Clorita	10 - 40
Sepiolita-Atapulgita- Palygorskita	20 - 30

TIXOTROPIA.-

Las partículas finamente divididas de la bentonita poseen ~~car~~ gas eléctricas cuyos orígenes son los siguientes:

- A.- El rompimiento de las moléculas en diferentes puntos proporc ~~on~~ a las partículas valencias residuales Si (+) O (-).
- B.- Los cationes absorbidos sobre la superficie de las capas, ~~ioniza~~ dando carga eléctrica negativa a la superficie.

Las propiedades tixotrópicas de la bentonita pueden explicarse de las siguientes maneras:

- A.- Las valencias residuales de las partículas de arcilla se ~~unen for~~ mando grandes cadenas moleculares.
- B.- El movimiento browniano del que están dotadas las partículas ~~coloi~~ dales, induce el acercamiento de éstas hasta distancias en que ac ~~túan~~ las fuerzas de atracción de ~~Van-Der-Wals~~ con las que quedan ~~unidas~~ formando enrejados tridimensionales mas o menos complejos.

REDUCCION DE FILTRADO Y ENJARRE.-

La formación del enjarre en el agujero descubierto constituye una de las funciones más importantes de los lodos de perforación, el líquido que pasa a través de éste hacia la formación ~~constituye~~ el fil ~~trado~~, el que depende de:

- A.- Presión Hidrostática

- B.- Permeabilidad del Enjarre
- C.- Porosidad y permeabilidad de la formación
- D.- Tiempo
- E.- Temperatura

El enjarre se forma por la acumulación progresiva de partículas sólidas en la capa del pozo frente a formaciones permeables.

En rocas de poca o ninguna permeabilidad no habrá formación de enjarre ni filtrado, careciendo de importancia en estos casos, - el control de dichos efectos.

PRACTICAS DE LABORATORIO.-

Se efectuaron ensayos en laboratorios con el fin de determinar las propiedades y características generales de lodos preparados con bentonita y agua dulce, utilizando como material de trabajo suspensiones de Mil-Gel y Stock B-18 en concentraciones variadas; el Mil Gel es una bentonita comercial producto de la Compañía Mil-white y la segunda una arcilla preparada especialmente para pruebas en el Instituto Mexicano del Petróleo.

PROCEDIMIENTO.-

Se tomaron 22 vasos conteniendo cada uno 500 ml. de agua destilada, mientras se agita en multimixer, se adicionaron lentamente - cantidades de Mil-Gel y Stock B-18 suficientes para formar mezclas -; de las siguientes proporciones:

10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 GM de Mil Gel por litro de agua

10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 GM de Stock B-18 por litro de agua
100 - 125 - 150 - 175 - 200

Cada una de las muestras se agitó por un total de 20 minutos, se añejaron por 24 horas en frascos herméticamente tapados a condicio

nes ambiente, para luego efectuar pruebas cuyos resultados se indican en los cuadros 1 y 2 y gráficos correspondientes.

Los métodos de trabajo empleados son los indicados en el manual de normas SP - SQ - 1, editado por el Primer Congreso de Especialistas en el Control de Fluidos de Perforación de Petróleos Mexicanos.

PROPIEDADES REOLOGICAS.-

Del análisis de las curvas se deduce que los valores de viscosidades plásticas, viscosidades aparente, punto de cedencia y gelatinosidades, incrementan con las concentraciones de arcilla y además de esto son mayores en lodos cuya fase dispersa es más rica en materiales hidratables (Mil Gel). Las gelatinosidades son también mayores.

FILTRADO Y ENJARRE.-

Resultaron mayores los valores para la arcilla de inferior calidad (Stock B-18).

CUADRO N° 1

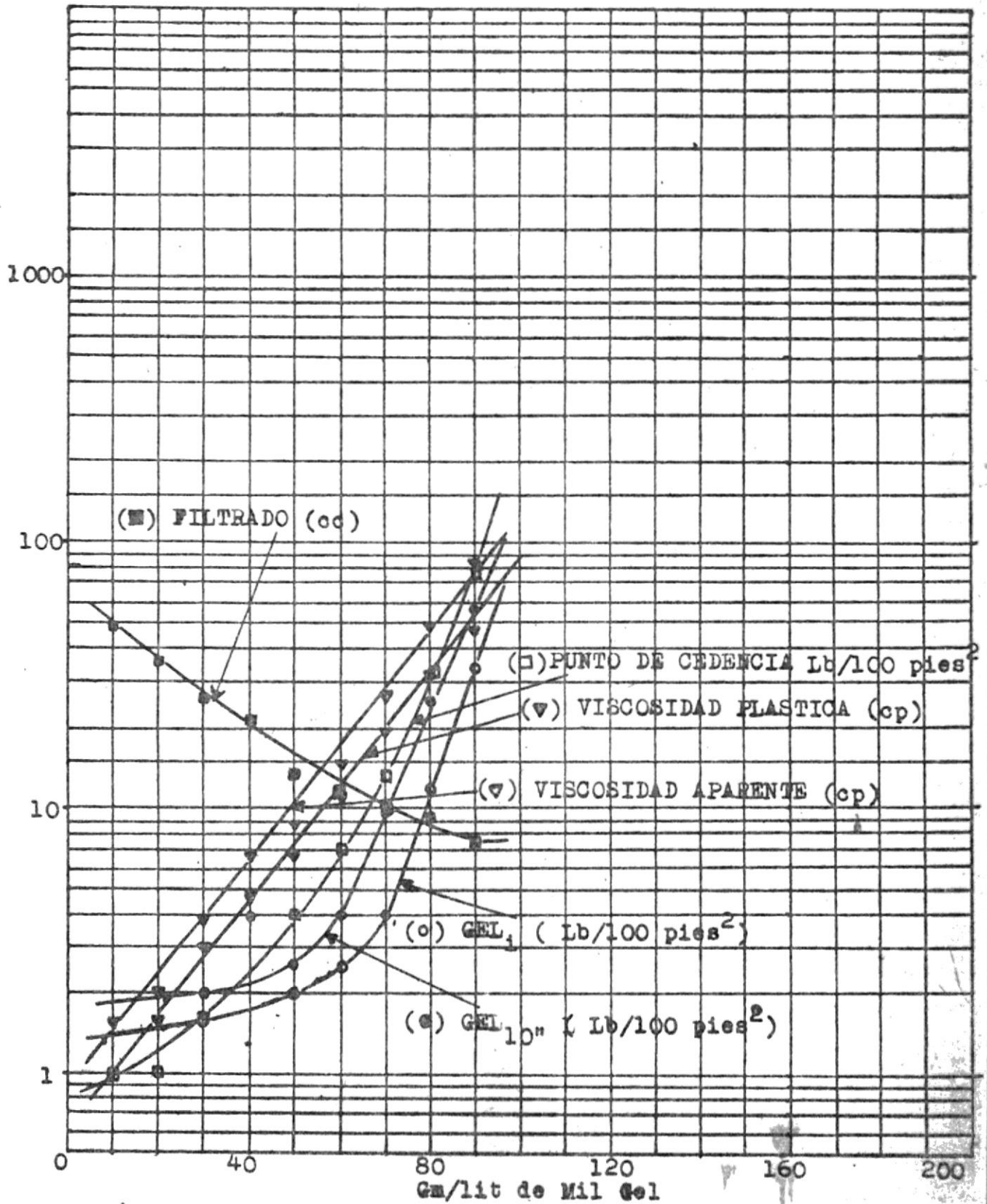
RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS A
SUSPENSIONES DE BENTONITA (MIL GEL) EN AGUA
DESTILADA

MIL-GEL GM/Lt	10	20	30	40	50	60	70	80	90
L600	3.0	4.0	7.5	13.0	17.0	29.0	52.0	96.0	166.0
L300	2.0	2.5	4.5	8.5	10.5	18.0	32.5	64.0	120.0
Vp	1.0	1.5	3.0	4.5	6.5	11.0	19.5	32.0	46.0
Pa	1.0	1.0	1.5	4.0	4.0	7.0	13.0	32.0	74.0
Va	1.5	2.0	3.75	6.5	8.5	14.5	26.0	48.0	83.0
Gd	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	4.0	12.0	32.5
Q10	1.5	2.0	2.0	4.0	2.5	4.0	9.5	25.0	56.5
F.L.L.	49.8	33.4	26.2	21.6	13.5	11.7	9.7	9.1	7.8
Spj	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	6.0
pH	7.65	7.8	7.8	7.9	8.95	8.9	8.95	8.8	9.0
pH ₆	7.5	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.95	8.2	8.1
8 Sol	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5

GRAFICOS

(CUADRO 1)

SUSPENSIONES DE BENTONITA
(MIL GEL) EN AGUA DESTILADA



CUADRO N° 2

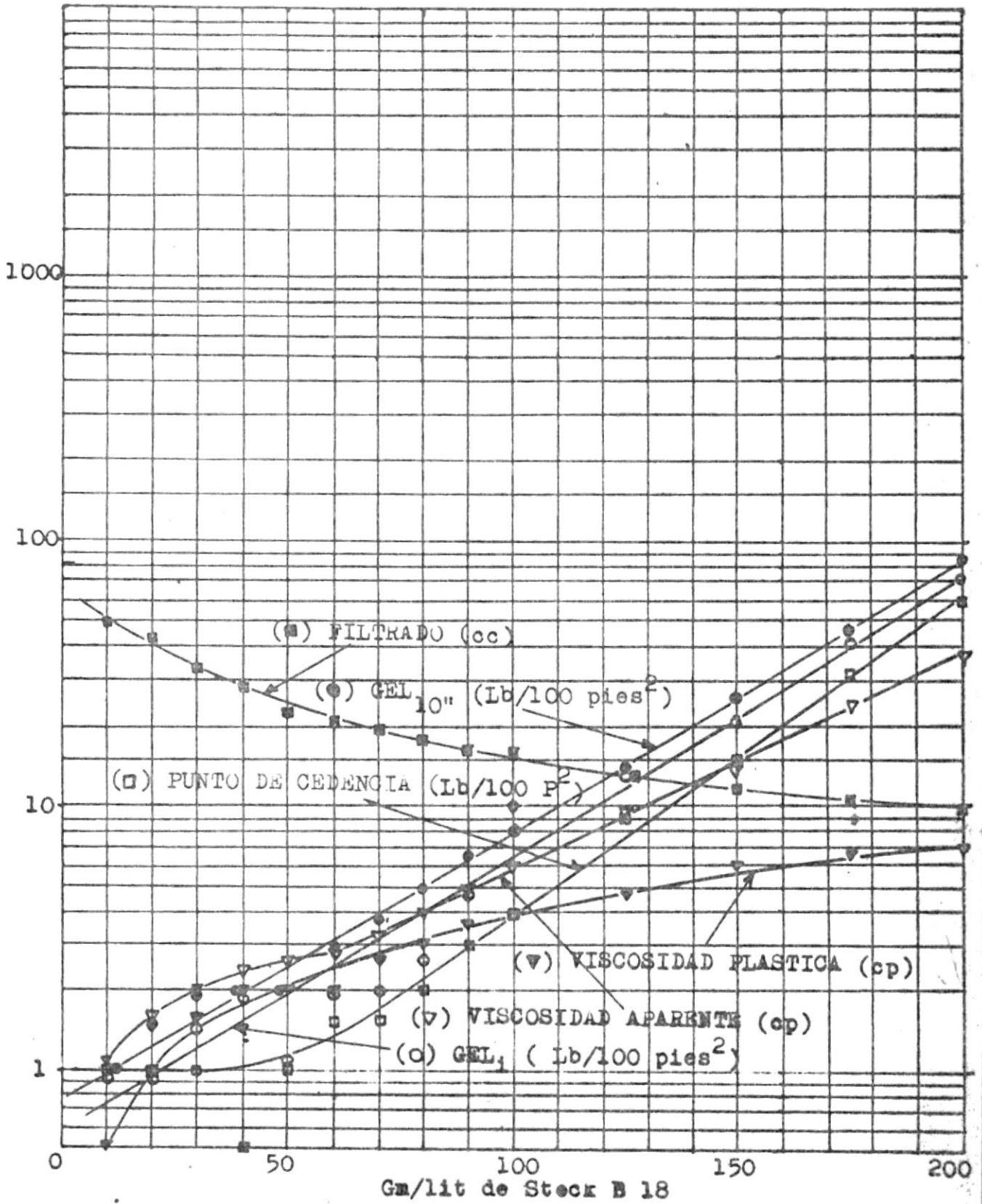
RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS A SUSPENSIONES DE

STOCK B-18 EN AGUA DESTILADA

Stock B-18 g/lit	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200
L600	2	3	4.0	4.5	5.0	5.5	6.5	8.0	10.0	12.0	18.0	27.5	45.5	74.0
L300	1.5	2	2.5	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.5	8.0	13.5	21.5	39.0	67.0
Vp	0.5	1	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	6.0	6.5	7.0
Pc	1.0	1	1.0	0.5	1.0	1.5	1.5	2.0	3.0	4.0	0.0	25.0	82.5	60.0
Va	1.0	1.5	2.0	2.25	2.5	2.75	3.25	4.0	5.0	6.0	9.0	13.75	22.75	37.0
G ₁	1.0	1.0	1.5	2.0	1.0	2.0	2.0	2.5	5.0	8.0	12.0	81.0	41.0	70.0
G10	1.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	3.5	5.0	6.5	10.0	14.0	25.0	46.0	85.0
FILT.	49.7	42.2	31.4	28.6	22.2	21.0	19.9	17.7	16.2	16.0	13.4	11.8	10.4	9.2
ENJ.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0
PH ₂	7.5	7.5	7.6	7.8	7.8	7.4	7.5	7.5	8.1	8.2	8.8	9.4	9.4	9.5
PH ₆	7.6	7.6	7.7	7.8	7.82	8.1	8.2	7.95	7.55	8.3	8.8	9.2	9.5	9.6

GRAFICOS
(CUADRO 2)

SUSPENSIONES DE STOCK B 18
EN AGUA DESTILADA





CAPITULO II BIBLIOTECA

EFFECTO DE LA ADICION DE MATERIAL DENSIFICANTE
(BARITA) EN LAS PROPIEDADES DE LODOS, ARCILLA - AGUA

Entre las funciones de los lodos de perforación está la del control de las presiones que puedan encontrarse en las formaciones que se atraviesan, en muchas ocasiones, los lodos de agua y arcilla son lo suficientemente densos para efectuar dicho control, más, en presencia de presiones anormalmente altas, se hace necesario la adición de materiales densificantes.

DENSIFICANTES.

Los materiales densificantes usados en lodos de perforación se desean que sean sólidos de gran peso específico y químicamente inertes al fluido. Entre esos se encuentran la barita, galena, óxidos de hierro, etc. El primero de los mencionados ($SO_4 Ba$) es el densificante más común usado debido a su gran peso específico (4.3 - 4.6) bajo costo y pureza.

PRESION HIDROSTATICA. -

Es la presión ejercida por el peso de una columna líquida a cualquier profundidad. Puede expresarse como:

$$P = h \times d \times k$$

Donde:

P = Presión Hidrostática

h = Profundidad

d = Densidad del líquido

k = Factor que depende de unidades de medidas utilizadas

La presión hidrostática ejercida por el lodo a una profundidad determinada de un pozo, debe ser ligeramente mayor que la existente en la formación en ese punto, con el fin de que aquel no se expulsado al exterior. Esto se logra ajustando el peso del fluido al requerido mediante la adición de barita.

INCREMENTO DEL PESO DEL LODO CON BARITA.-

Deducción de la ecuación básica:

Tenemos que:

$$D_1 V_1 + P_B = V_2 D_2$$

$$V_B = \frac{P_B}{D_B}$$

$$V_2 = V_1 + V_B = V_1 + \frac{P_B}{D_B}$$

$$D_1 V_1 + P_B = D_2 \left(V_1 + \frac{P_B}{D_B} \right) \quad (1)$$

Despejando de (1) P_B obtendremos:

$$P_B = \frac{V_1 (D_2 - D_1)}{1 - \frac{D_2}{D_B}}$$

En donde:

D_1 = Densidad inicial del lodo en Gm/ml

D_2 = Densidad final del lodo en Gm/ml

P_B = Peso de barita añadido en toneladas

V_1 = Volúmen original del lodo en M^3

V_2 = Volúmen final de lodo en M^3

V_B = Volúmen de barita añadido en M^3

D_B = Densidad de la barita Gm/cm³

Ejemplo:

Se desea llevar 100 M^3 de un lodo de 1.10 Gm/ml de densidad a 1.25 Gm/ml. Qué cantidad de barita en sacos (1 saco = 50 kg.) será -

necesario añadirle y cuál será el incremento en la cantidad del volumen del lodo. Densidad de la barita = 4.30 Gm/cm^3 .

Dados:

$$D_1 = 1.10 \text{ Gm/ml}$$

$$D_2 = 1.25 \text{ Gm/ml}$$

$$V_1 = 100 \text{ m}^3$$

$$D_B = 4.30 \text{ Gm/cm}^3$$

Calcular P_B y V_B

Aplicando la ecuación correspondiente obtenemos:

$$P_B = \frac{100 (1.25) - (1.10)}{1 - \frac{1.25}{4.30}} = 21.250 \text{ toneladas de } \text{SO}_4 \text{ CA}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de sacos} = 21.250 \text{ ton.} \times 20 \frac{\text{sacos}}{\text{ton.}} = 425 \text{ sacos}$$

$$V_B = \frac{P_B}{D_B} = \frac{21.250 \text{ ton.}}{4.3 \text{ ton/M}^3} = 4.95 \text{ M}^3 \text{ de incremento}$$

PRACTICAS DE LABORATORIO.-

Se efectuaron pruebas en lodos bentoníticos añejados por 24 horas, preparados con Mil Gel al 6% y Stock B-18 al 15%, densificados con $\text{SO}_4 \text{ Ba}$ ($D = 4.35$).

PROEDIMIENTOS.-

En vasos conteniendo cada uno 500 ml de suspensión al 6% de Mil Gel ($D = 1.04$) y Stock B-18 al 15% ($D = 1.09$) se adicionaron mientras se agitaba, cantidades suficientes de barita para formar lodos de las siguientes densidades:

MIL GEL: 1.25 - 1.50 - 1.75 g/ml

STOCK B-18: 1.25 - 1.50 - 1.75 - 2.00 - 2.25 Gm/ml

Se efectuaron en las muestras pruebas inmediatamente después de preparadas y añejadas por 24 horas. Los resultados se indican en

los cuadros 3 y 4 y en las gráficas respectivas.

OBSERVACIONES. -

En lodos de Stock B-18 la viscosidad plástica tiende a disminuir inicialmente para luego alcanzar valores muy altos.

Puntos de cedencia, viscosidad aparente y gelatinosidades se incrementan progresivamente conforme aumentan los contenidos de barita.

El valor de los filtrados en lodos de Mil Gel crecen en poca magnitud no así en los de Stock B-18.

CUADRO N° 3

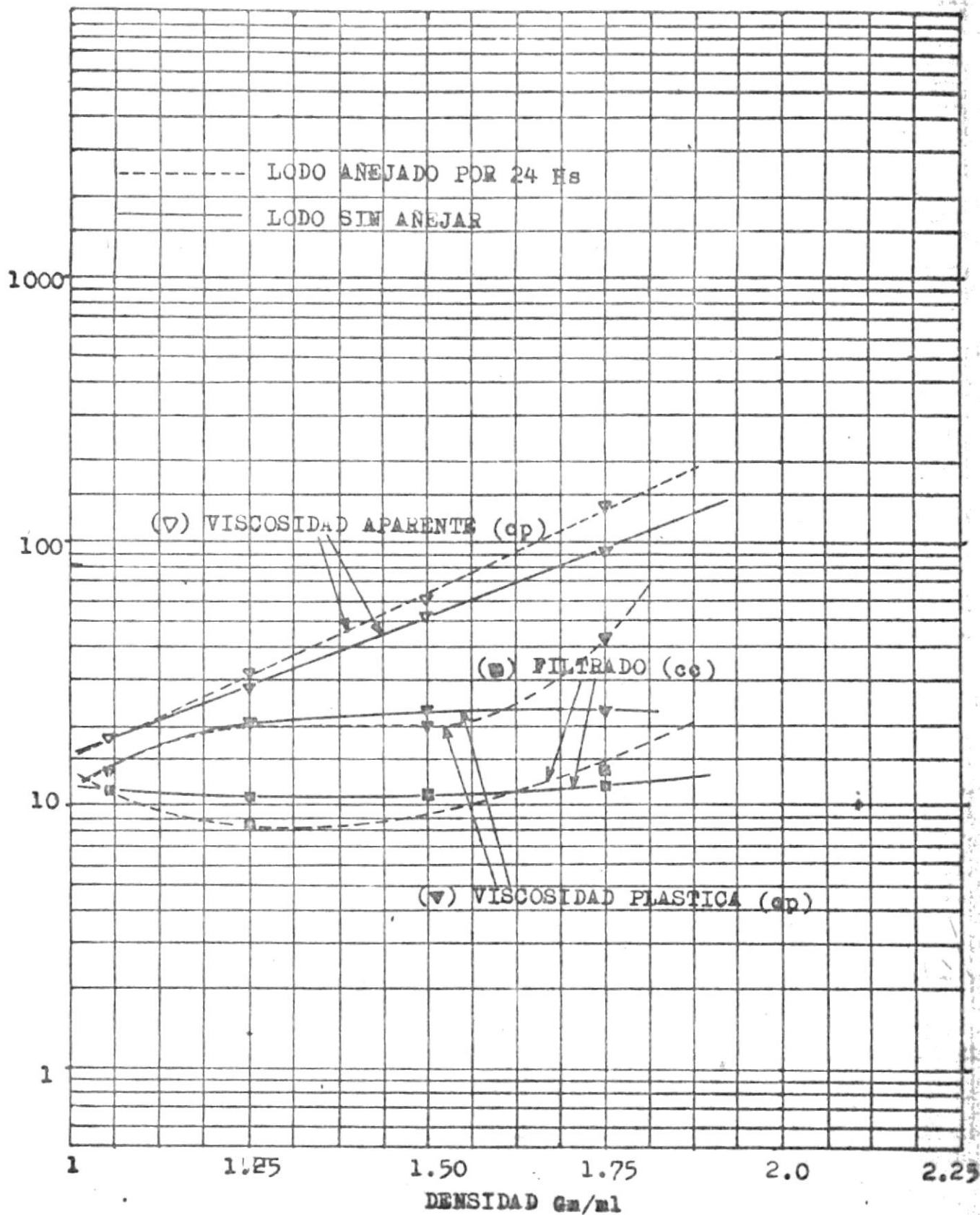
RESULTADOS OBTENIDOS DE PRUEBAS EFECTUADAS A
 LODOS AL 6% DE MIL GEL CON ADICION DE BARITA

	Lodo Base	S. AN.	ANEJ.	S. AN.	ANEJ.	S. AN.	ANEJ.
D	1.04	1.25	1.25	1.50	1.50	1.75	1.75
L ₆₀₀	35.0	55.5	62.5	105.0	118.0	180.0	250.0
L ₃₀₀	22.0	35.0	42.0	82.0	98.0	158.0	207.0
V _p	13.0	20.5	20.5	23.0	20.0	22.0	43.0
P _e	9.0	19.5	21.5	59.0	78.0	136.0	164.0
V _a	17.5	27.5	31.25	52.5	59.0	90.0	125.0
G _L	2.0	18.0	25.0	48.0	68.0	114.0	144.0
G ₁₀	6.0	28.0	34.0	70.0	102.0	147.0	174.0
FILT	11.2	10.6	8.3	11.6	11.6	12.6	13.0
ENJ	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	4.0	5.0
FILT. API	38.0	44.6	43.6	51.6	50.4	64.0	62.0
pH Lodo	8.5	8.5	8.5	7.7	7.8	7.4	7.5
pH filt	9.2	9.0	9.0	8.2	8.2	7.4	7.4

GRAFICOS

(CUADRO 3)

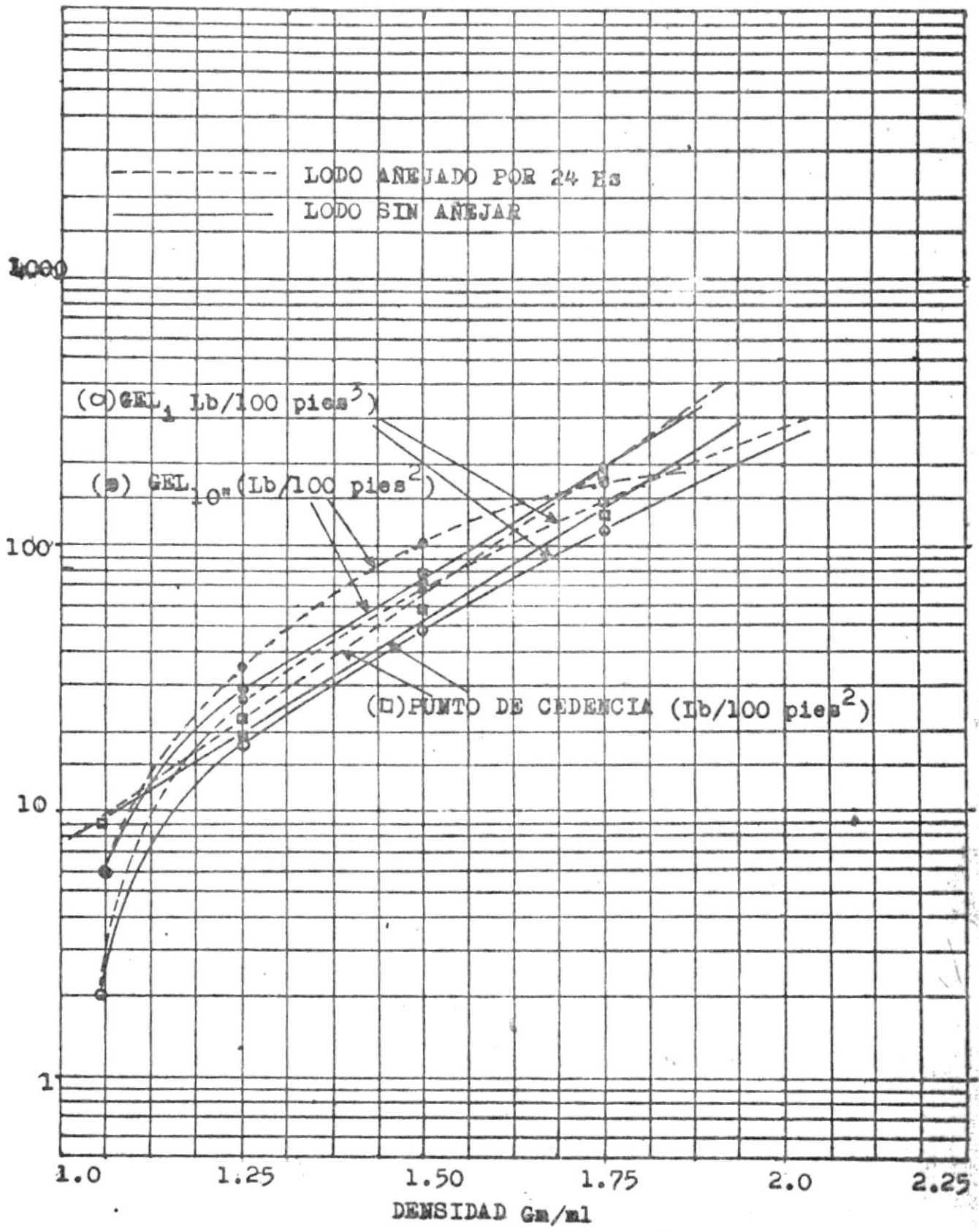
SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6% MMS
BARITA.



GRAFICOS
(CUADRO 3)

Continuación

SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%
MAS BARITA



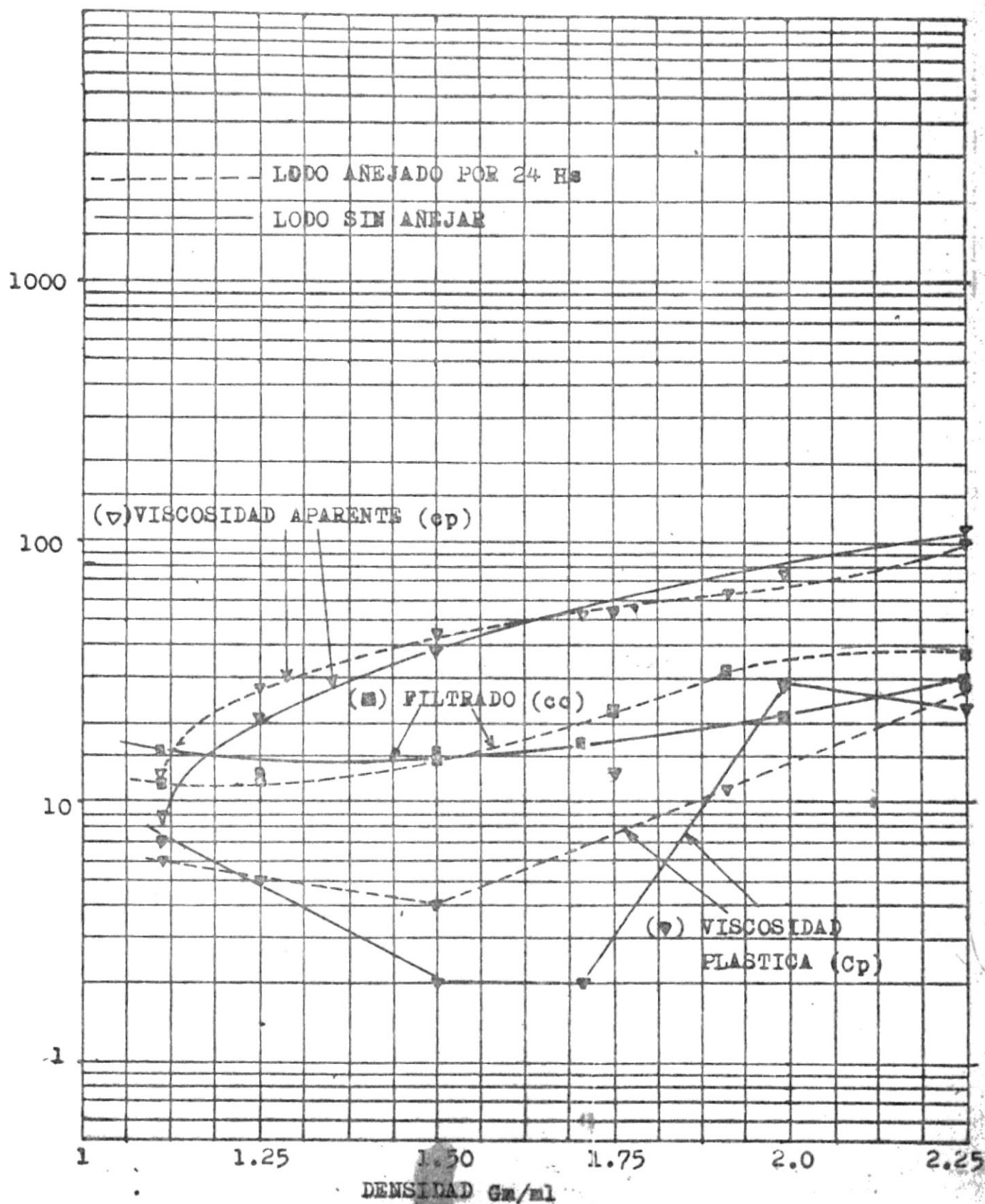
RESULTADOS OBTENIDOS DE PRUEBAS EFECTUADAS EN LODOOS AL 15% DE

STOCK B-18 CON ADICION DE BARITA

D	Lodo Base		1.25		1.50		1.75		2.00		2.25	
	S.AN.	ANEJ.	S.AN.	ANEJ.	S.AN.	ANEJ.	S.AN.	ANEJ.	S.AN.	ANEJ.	S.AN.	ANEJ.
L600	18.0	26.0	44.0	88.0	77.0	102.0	107.0	141.0	127.0	219.0	219.0	2.25
L300	11.0	20.0	39.0	86.0	73.0	100.0	94.0	120.0	116.0	197.0	192.0	2.25
Vp	7.0	6.0	5.0	2.0	4.0	2.0	13.0	24.0	11.0	22.0	27.0	2.25
Pc	4.0	14.0	34.0	84.0	69.0	98.0	81.0	99.0	105.0	175.0	165.0	2.25
Va	9.0	13.0	22.0	44.0	38.5	51.0	53.5	70.5	63.5	109.5	109.5	2.25
G _L	7.0	14.0	44.0	84.0	63.0	92.0	67.0	124.0	84.0	118.0	105.0	2.25
G10	11.0	22.0	50.0	85.0	116.0	98.0	71.0	137.0	92.0	120.0	97.0	2.25
FILT.	16.2	12.0	13.6	15.4	15.6	17.2	23.6	22.0	32.2	27.0	36.4	2.25
ENJ.	2.0	1.0	3.0	4.0	3.0	4.0	5.0	8.0	8.0	10.0	12.0	2.25
FILT. APT	48.8	76.0	82.0	60.4	66.0	80.0	82.0	90.0	92.0	88.0	102.0	2.25
pH.L.	7.8	7.8	7.7	7.3	7.3	7.0	7.3	7.4	7.5	7.2	7.4	2.25
pH.F.	7.7	8.3	7.5	7.3	7.3	7.2	8.0	8.3	7.1	7.8	7.8	2.25
% Sol.	6.0	6.0	8.0	16.0	16.0	23.0	23.0	31.0	31.0	38.0	38.0	2.25
% MgO	94.6	94.0	92.0	84.0	84.0	77.0	77.0	69.0	69.0	62.0	62.0	2.25

GRAFICOS
(CUADRO 4)

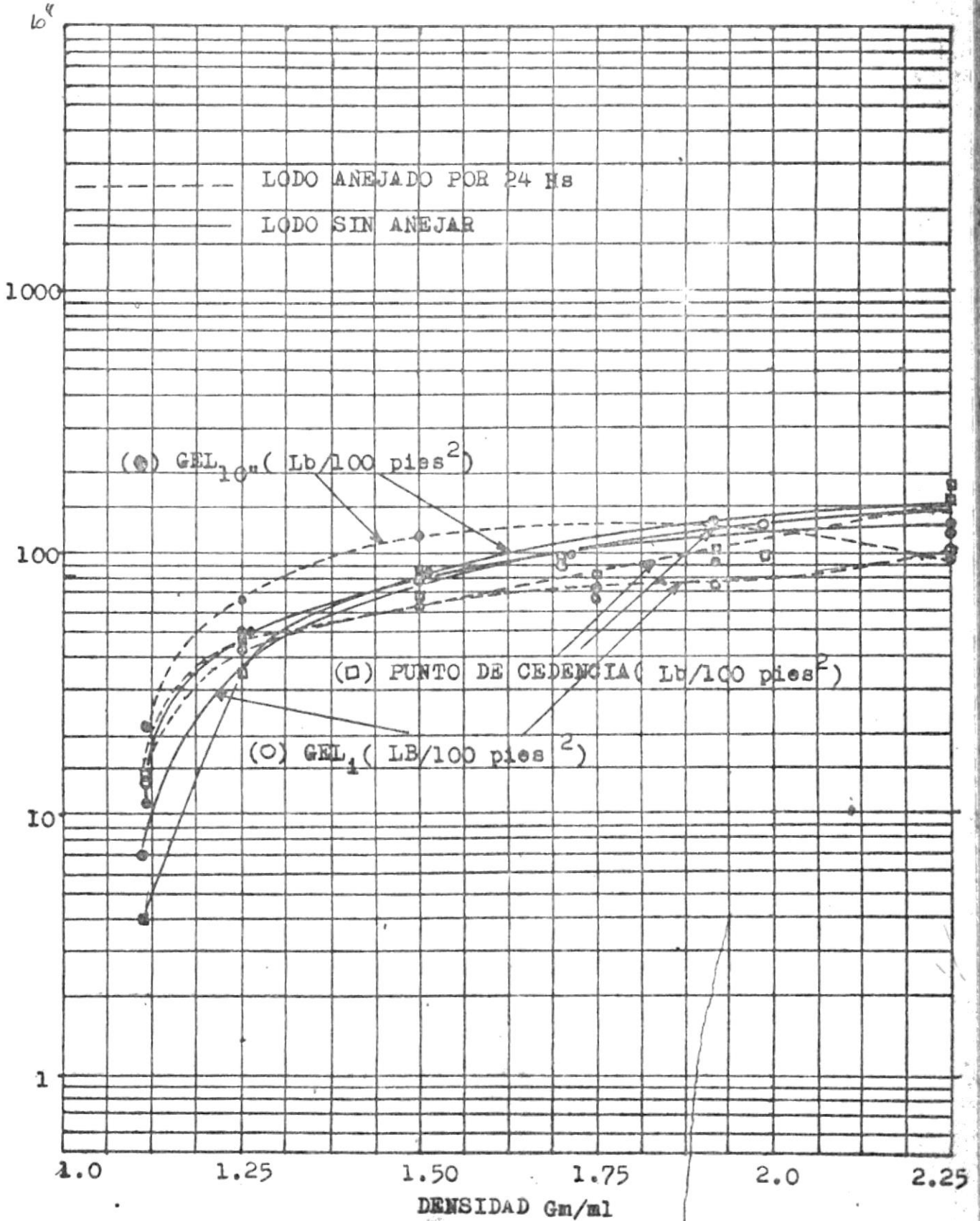
SUSPENSIONES DE STOCK B 18
AL 15 % MAS BARITA



GRAFICOS
(CUADRO 4)

Continuacion

SUSPENSIONES DE STOCK B 18
AL 15% MAS BARITA





BIBLIOTECA

CAPITULO III

EFFECTOS DEL pH EN LODOS BENTONITICO-SODICOS

Uno de los criterios para la clasificación de los sistemas de lodos está el basado en su pH. El mantenimiento de las propiedades requeridas antes diversas condiciones de trabajo, hace necesario el tratamiento con reactivos los que, de acuerdo a su naturaleza originan lodos cuyo óptimo rendimiento se lo obtiene a determinado pH.

El objeto de las prácticas de laboratorio indicadas en este capítulo es de determinar las características de suspensiones acuosas de bentonita bajo diferentes valores de pH, se trabajó en estas pruebas dentro del rango alcalino ($\text{pH} > 7$) y usando como tratamiento sosa cáustica.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE pH EN LOS LODOS.-

El efecto del pH en las propiedades de los diversos tipos de lodos se manifiesta de múltiples formas, en suspensiones arcilla-agua, el incremento del mismo tiene un poderoso efecto de dispersión el que se atribuye a la absorción de los iones oxhidrilo por las placas de las arcillas las que, al adquirir cargas de igual signo se rechazan mutuamente induciendo su separación.

Los motivos por los que el control del pH en los lodos se hace imprescindible lo podemos resumir en los siguientes puntos.

- 1.- Cualquier reducción en el pH de los lodos hacia el rango ácido (< 7) originará que ciertos compuestos, tales como el $\text{CO}_3 \text{Ca}$ se disuelven con los consiguientes problemas de contaminación.
- 2.- Los diversos reactivos usados tienen su máximo rendimiento a de

terminados rangos de pH.

- 3.- Los lodos con pH elevados presentan una mayor resistencia a las contaminaciones.
- 4.- A pH elevados los lodos dispersan en mayor grado las lutitas.

En los capítulos correspondientes a cada uno de los diferentes lodos, se analizará el efecto del pH en ellos.

PRUEBAS DE LABORATORIO.-

Se efectuaron ensayos utilizando como lodo base, suspensiones añejadas al 6% de Mil Gel y al 15% de Stock B-18. A estas se adicionó suficiente cantidad de solución concentrada de $\text{Na}(\text{OH})$ para formar muestras de pH = 8.0 - 8.5 - 9.0 - 9.5 - 10.0 - 10.5 - 11.0 - 11.5 - 12.0 - 12.5. Se las añejó por 24 horas en frascos herméticamente tapados para luego efectuarles las pruebas cuyos resultados se indican en los cuadros 5 y 6 y gráficas correspondientes.

OBSERVACIONES.-

En la curva de viscosidad plástica V_p pH para lodos de Mil Gel se observa el ningún cambio en la viscosidad con el incremento del pH. En la gráfica correspondiente para Stock B-18 se observa un (liger) incremento de esta.

Según la curva de puntos de cedencia para lodos Mil Gel (hay) un valor mínimo de esta a pH = 10.5 en la similar para Stock B-18, se nota un máximo en el pH = 11.

Para lodos Mil Gel, la gelatinosidades poco afectada hasta valores de pH = 11 a partir del cual las curvas sufren un rápido incremento; lo mismo sucede al lodo Stock B-18.

Los filtrados y enjarres permanecen inalterados.

CUADRO N° 5

VARIACIONES DE PH

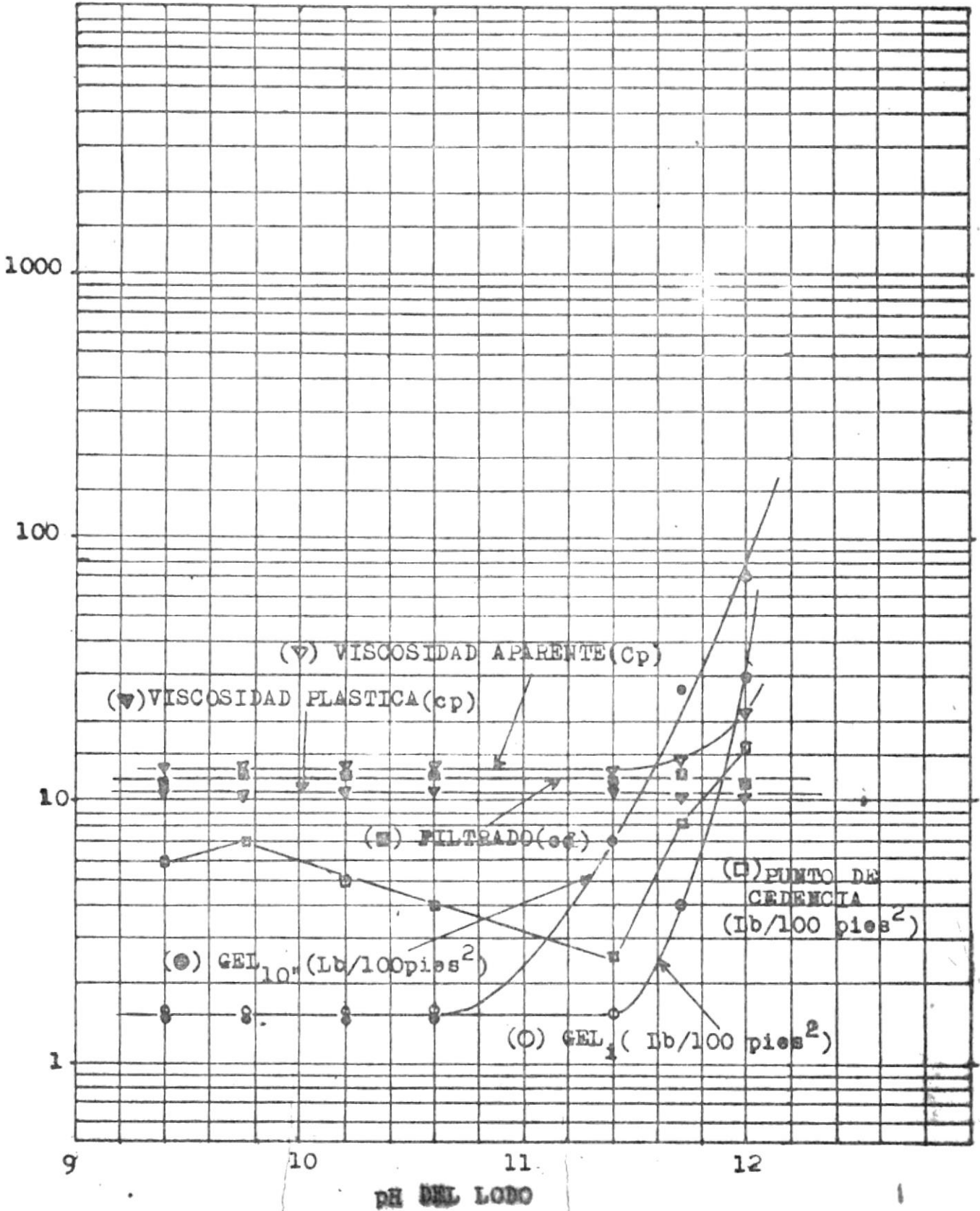
MTL GEL AL 8% + Na(OH)

pH	9.4	9.75	10.2	10.6	11.4	11.7	12.0
400	27.0	27.0	27.0	26.0	24.5	28.0	46.0
300	16.5	17.0	16.0	15.0	13.5	18.0	36.0
4p	10.5	10.0	11.0	11.0	11.0	10.0	10.0
3c	6.0	7.0	5.0	4.0	2.5	8.0	16.0
2a	13.5	13.5	13.5	13.0	12.25	14.0	23.0
2l	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	30.0
2qo	1.5	1.5	1.5	1.5	7.0	27.0	70.0
2l. 642	8.9	9.6	10.0	10.4	11.3	11.7	11.9

GRAFICOS

(CUADRO 5)

VARIACIONES DEL pH
MIL GEL AL 6 % MAS Na(OH)



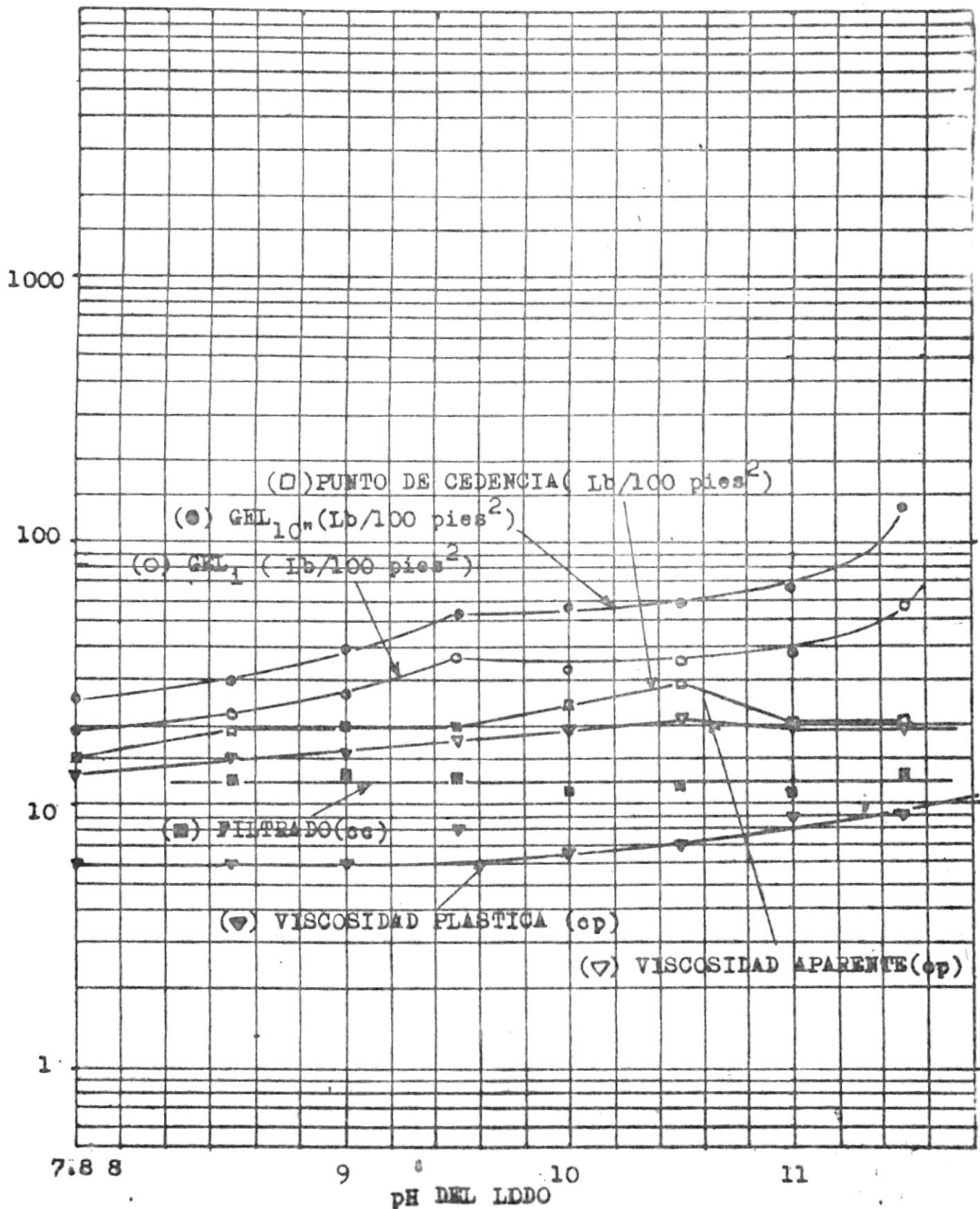
C U A D R O N° 6

VARIACIONES DE pH STOCK B-18

AL 15% + Na(OH)

pH	7.8	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5
L600	27.0	31.0	32.0	36.0	39.0	43.0	38.0	39.0
L300	21.0	23.0	26.0	28.0	32.5	36.0	29.0	30.0
Vp	6.0	6.0	6.0	8.0	6.5	7.0	9.0	9.0
Pe	15.0	19.0	20.0	20.0	24.0	29.0	20.0	21.0
Va	13.5	15.3	16.0	18.0	19.5	21.5	19.5	19.5
Gi	19.0	22.0	27.0	36.0	32.0	38.0	38.0	56.0
G10	26.0	30.0	40.0	53.0	56.0	59.0	67.0	130.0

GRAFICOS
(CUADRO 6)
 VARIACIONES DEL pH
 STOCK B 18 AL 15% MAS
 Na(OH)





BIBLIOTECA

CAPITULO IV

EFFECTOS DE LA CONTAMINACION CON CLORURO DE SODIO

EN LODOS BENTONITICOS SODICOS

La contaminación de los lodos con cloruro de sodio es muy frecuente en la perforación de pozos. En lodos bentoníticos-sódicos, - viscosidades y gelatinosidades anormalmente altas acompañadas de grandes cantidades de filtrado, así como enjarres gruesos y quebradizos, - son los principales efectos indicadores de su presencia.

El cloruro de sodio como contaminante puede presentarse en -- las siguientes circunstancias:

- A.- Perforaciones cerca del mar.
- B.- Presencia de flujos subterráneos de agua salada a presión y altas temperaturas.
- C.- Perforación de Domos Salinos.
- D.- Adiciones intensionales de sal con fines de disminuir la resistividad del lodo.
- E.- Utilización de aguas de tratamiento que lo contengan.

A concentraciones de hasta el 1% los efectos adversos de la sal son poco importantes. Sobre este valor el mantenimiento de las propiedades del lodo requiere la aplicación de medidas especiales (Disolución, utilización de dispersantes orgánicos, sosa, etc.) Cuando el CIMA alcanza cifras superiores a 100.000 P.P.M. el control de características de los fluidos se hace sumamente dificultoso, conveniendo en estos casos su transformación a otro tipo. (Salado, Cálcico, Emulsión Inversa, etc.).

EFFECTO DEL CLORURO DE SODIO EN LODOS BENTONITICOS.-

La disolución de Cl Na o cationes monovalentes en suspensiones

bentoníticas, proporcionan a estas altas concentraciones de iones positivos (Na) y negativos (Cl). La carga positiva de gran cantidad de iones sodio neutraliza la negativa de la que están dotadas las partículas de arcilla las que, al perder sus fuerzas de repulsión mutua, tienden a agruparse en racimos. Tenemos además que los electrolitos del agua salada atraen fuertemente las moléculas polares del agua de hidratación, efecto que puede desarrollarse en varios días al cabo de los cuales el material ha sufrido una gran deshidratación.

La arcilla floculada y deshidratada tiende entonces a sedimentarse.

DISMINUCION DEL pH.-

Uno de los efectos más notables resultante de la contaminación de sal en los lodos en referencia es el decremento de los valores de su pH. Esta caída se origina por la sustitución de los iones hidrógenos reemplazables en la molécula de arcilla por el sodio.

AUMENTO DEL FILTRADO.

Al agruparse los floculos de arcilla de gran tamaño y forma irregular para formar el enjarre, desarrollan entre uno y otro canales duras por las que se desplaza el agua con facilidad.

SOLUCION DE PROBLEMAS DE CONTAMINACION CON SAL.-

Ante una contaminación de cloruro de sodio, no es posible utilizar procedimientos químicos económicamente aplicables para su separación. Los métodos para su control más recomendables son:

- 1.- Dilución con agua dulce a fin de reducir su concentración.
- 2.- Separación por centrifugación de la fase líquida salada y su sustitución con agua dulce.
- 3.- Utilización de dispersantes orgánicos y sosa caústica.

4. - Cambio de base del lodo.

PRUEBAS DE LABORATORIO.-

Se efectuaron ensayos utilizando como lodos base suspensiones acuosas añejadas por 24 horas. De Mil Gel al 6% y Stock B-18 al 15% las que se contaminó en concentraciones variadas de Cl Na.

Se hicieron pruebas a las muestras inmediatamente después de prepararlas. Los resultados obtenidos son los indicados en los cuadros 7 y 8 y gráficas.

Los métodos de prueba utilizados, los recomendados por el Manual SP - SQ - 1 de Petróleos Mexicanos.

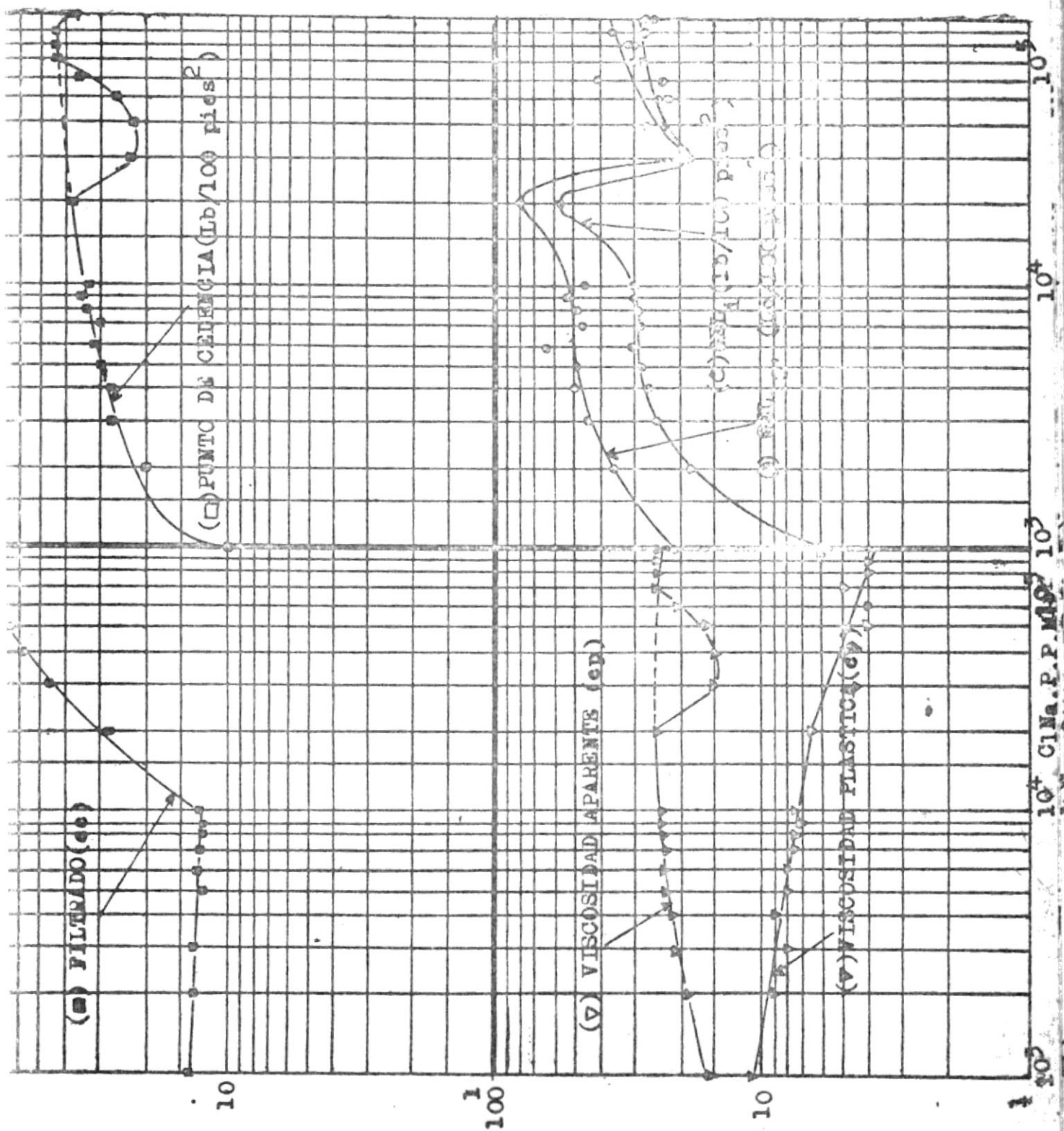
CONTAMINACIONES CON CL EN SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 68

	0.00	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	20.000	30.000
PPM-CL	0.00	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	20.000	30.000
L600	30.0	31.0	38.0	43.0	45.0	46.0	47.5	46.0	47.5	48.0	48.0	51.0	30.0
L300	19.5	20.9	29.0	35.0	36.0	38.0	39.0	38.0	40.0	41.0	40.5	44.5	26.5
Vp	10.5	10.5	9.0	8.0	9.0	8.0	8.0	7.5	7.5	7.0	7.5	6.5	3.5
Pc	9.0	10.0	20.0	27.0	27.0	30.0	31.5	30.0	32.5	34.0	32.0	38.0	23.0
Va	15.0	15.5	19.0	21.5	22.5	23.0	23.75	23.0	23.75	24.0	24.0	25.0	15.0
GL	4.0	6.0	18.0	24.0	26.0	28.0	31.0	28.0	29.0	30.0	30.5	57.0	18.0
G10	8.0	22.0	37.0	44.0	50.0	48.0	64.0	46.0	49.0	53.0	45.0	80.0	18.0
pH _{todo}	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.15	9.15	9.15	9.1	9.1
pH ₈	8.8	8.8	8.8	8.8	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
FILT.	13.4	14.0	13.6	13.6	13.0	12.2	13.0	12.8	12.2	12.2	12.6	27.0	4.5
ENJ.	2.0	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.5	4.0
		40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000	100.000					
L600		30.0	33.0	42.0	51.0	49.0	49.0	48.0					
L300		26.0	30.0	39.0	47.0	46.0	46.0	43.0					
Vp		4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	5.0					
Pc		22.0	27.0	36.0	43.0	43.0	43.0	38.0					
Va		15.0	16.5	21.0	25.5	24.5	24.5	24.0					
GL		23.0	24.0	23.0	28.0	31.0	27.0	25.0					
G10		26.0	22.0	41.0	30.0	30.0	36.0	25.0					
pH ₈		9.0	9.0	8.5	8.3	8.0	7.8	7.8					
pH ₆		8.8	8.7	8.2	8.0	7.8	7.8	7.5					
FILT.		5.0	6.4	7.0	7.5	7.0	9.7	9.7					
ENJ.													

MIN INSUBSISTENTE

GRAFICOS
(CUADRO 7)

CONTAMINACION DE ClNa EN SUSPENSIONES
DE MIL GEL AL 6%



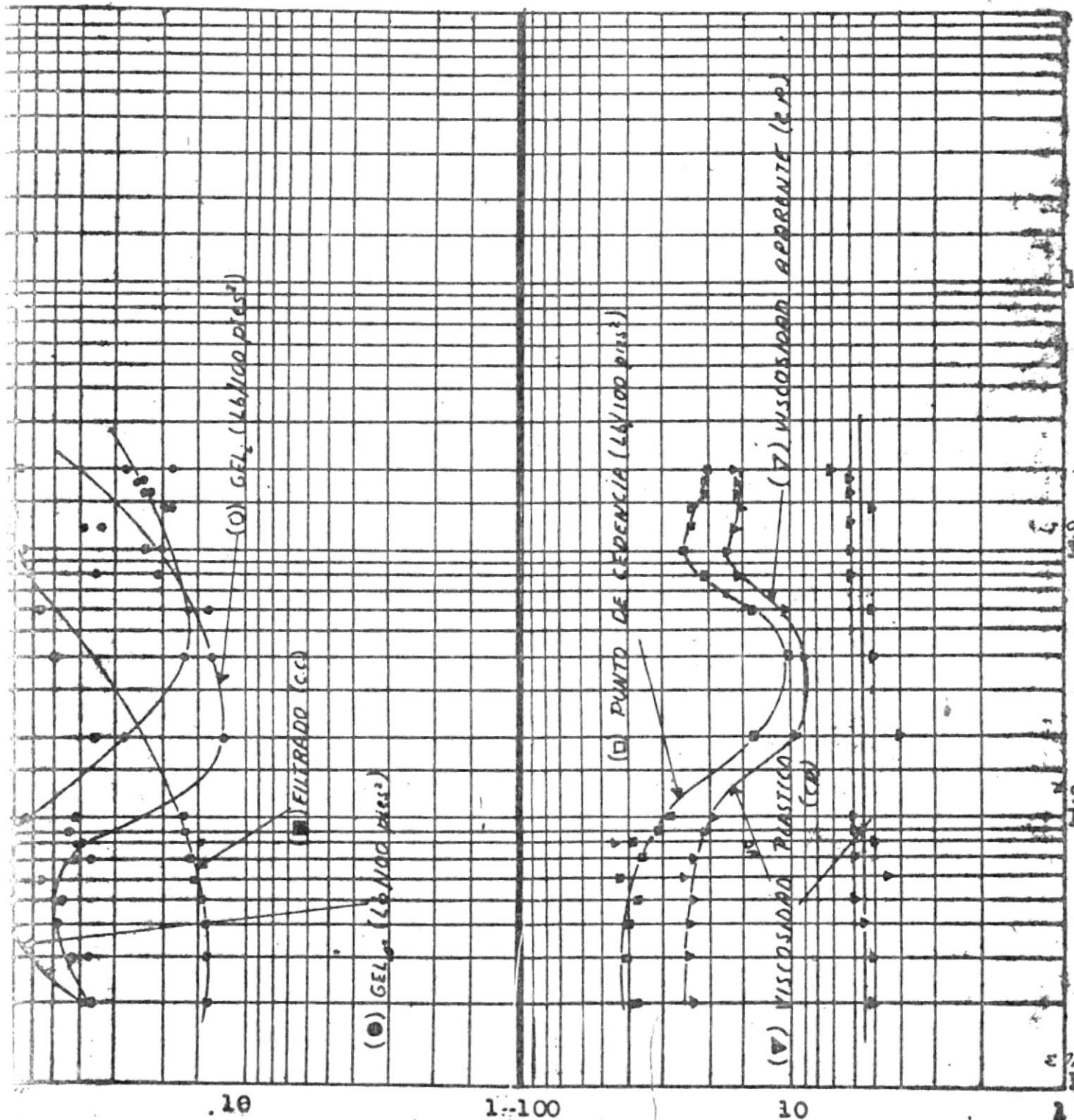
CONTAMINACION CON CL EN SUSPENSION DE

STOCK B-18 AL 15%

	LB	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	20.000	40.000
PPM. CL	LB	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	20.000	40.000
L600	29.5	46.0	49.0	49.0	47.0	49.5	45.0	47.0	41.0	38.0	19.0	18.0
L300	25.0	42.0	45.0	44.5	42.0	46.0	40.0	43.0	36.0	33.0	16.0	14.0
Vp	4.5	4.0	4.0	4.5	5.0	3.5	5.0	4.0	5.0	5.0	3.0	4.0
Pc	20.5	38.0	41.0	40.0	37.0	42.5	35.0	39.0	36.0	28.0	13.0	10.0
Va	19.75	23.0	24.5	24.5	23.5	24.75	22.5	43.5	20.5	19.0	9.5	9.0
Gj	25.0	36.0	37.0	49.0	46.0	56.0	36.0	39.0	43.0	41.0	12.0	13.0
G10	32.0	38.0	42.0	75.0	71.0	82.0	41.0	40.0	71.0	64.0	28.0	17.0
pH _{lodo}	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	7.8	7.8
pH _{filt}	7.0											
FILT.	11.9	14.0	14.6	14.8	14.9	15.6	16.0	15.8	16.6	17.2	34.7	50.0
ENJARR.	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0
PPM. CL	60.000	80.000	100.000	100.000	120.000	140.000	160.000	160.000	180.000	200.000		
L600	21.0	31.0	34.0	34.0	32.0	30.0	30.5	30.5	30.5	32.0		
L300	17.0	26.0	29.0	29.0	27.0	26.0	25.5	25.5	25.5	26.0		
Vp	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	6.0		
Pc	13.0	21.0	24.0	24.0	22.0	22.0	20.5	20.5	20.5	20.0		
Va	10.5	15.5	17.0	17.0	16.0	15.0	15.25	15.25	15.25	16.0		
Gj	14.0	21.0	23.0	23.0	33.0	19.0	22.0	22.0	24.0	26.0		
G10	16.0	36.0	20.0	20.0	39.0	18.0	22.0	22.0	22.0	18.0		
pH _{lodo}	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8		
pH _{filt}	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8		
FILT.	55.7	61.0	65.6	65.6	73.0	76.0	74.0	74.0	74.0	68.5		
ENJARR.	2.0	3.0	3.0	3.0	5.0	5.0	7.0	7.0	8.0	9.0		

GRAFICOS
(CUADRO 8)

CONTAMINACION DE $ClNa$ EN SUSPENSIONES (ppm)
DE STOCK B 18 AL 15 %





C A P I T U L O V

E F E C T O S D E L A C O N T A M I N A C I O N C O N C A L C I O E N

L O D O S B E N T O N I T I C O S S O D I C O S

En el desarrollo de la perforación de un pozo petrolífero, - la barrena puede taladrar materiales tales como cemento, anhídrita o yeso, los que incorporan al lodo iones calcio. La acción de esta con taminación ocasiona en lodos bentoníticos sódicos elevaciones en las viscosidades, gelatinosidades y filtrados, así como variaciones en - el pH que dependen del contaminante.

La principal tendencia del calcio añadido a las suspensiones bentoníticas, es la de reemplazar los iones sodio de la molécula de arcilla y originar su gradual transformación a cálcica, menos hídri table y dispersable. La cantidad de calcio necesario para el cam bio de base de las arcillas, depende de su capacidad de intercambio ió ni co. En suspensiones de bentonita tipo Wyoming con 4.300 P.P.M. de - Ca, y más, la abs or ción máxima de calcio es aproximadamente 20 mg/gm.

Otro efecto del Ca en las bentonitas es el de reemplazar los iones hidrógenos de sus moléculas lo que, al pasar a formar parte de la at ós f er a iónica de la suspensión, lógicamente reducen su pH.

C O N T A M I N A C I O N C O N C E M E N T O . -

La contaminación de los lodos con cemento es muy común en ca si todas las perforaciones de pozos, por ser éste utilizado en varias etapas de la operación. Efectos como altas viscosidades, gelatinosidades y pérdida de agua, así como elevación del pH son indicios de - su acción.

Bajo el presente tema se efectuaron prácticas de laboratorio

tendientes a determinar el efecto en las propiedades de suspensiones acuosas de bentonita sódica al ser contaminada con cemento.

CEMENTOS.-

El cemento tipo Portland utilizado en perforaciones, es una mezcla compleja de compuestos de calcio, silicio, aluminio y hierro. Aproximadamente el 60% del cemento seco constituye óxido de calcio y una cierta cantidad de cal libre formada al mezclarse con agua, proporcionan al material altas reacciones alcalinas.



EFECTO DE LA CONTAMINACION CON CEMENTO EN LAS BENTONITAS SÓDICAS.-

Los efectos de las contaminaciones con cemento en lodos bentónicos sódicos son debidos a la acción combinada de las siguientes factores:

- 1.- Ion Calcio
- 2.- Elevación del pH.

El calcio y otros iones polivalentes adicionados a suspensiones bentoníticas, tienen una acción similar a la de los iones monovalentes, tales como el sodio. La contaminación con cemento origina como la sal, floculación y deshidratación de las arcillas. Elevaciones iniciales de viscosidades y gelatinosidades acompañadas de enjarres gruesos y esponjosos y alta pérdida de fluido. Es notable que en las contaminaciones con cemento, a diferencia de las de sal, hay un apreciable incremento del pH.

CONTROL DE LA CONTAMINACION CON CEMENTO.-

La intensidad con que la contaminación de cemento afecta a las propiedades del lodo depende de:

- A.- Tratamiento Químico previo
- B.- Concentración de Sólidos
- C.- Pureza y cantidad de cemento perforado

Siendo la inclusión de los iones calcio y el aumento de los valores del pH en los lodos, los factores activos de la contaminación, las medidas correctivas aplicables son:

- A.- Eliminar el calcio y disminuir el pH (tratamiento con fosfatos, dispersantes, sosa, etc.)
- B.- Hacer tolerable el cemento en el lodo (transformación a lodos cálcicos).

TRATAMIENTO CON FOSFATOS Y DISPERSANTES.-

El pirofosfato ácido de sodio (SAAP) y tetrafosfato de sodio (Maccophos, Barafos, Dilphos, Malcopolos) son utilizados para el tratamiento de contaminaciones con cemento (aproximadamente 50 libras por barril). Los fosfatos actúan eliminando el calcio y bajando el pH. Tienen además efectos dispersantes. El Pirofosfato Acido de Sodio -- (pH = 4) tiene mejor efectividad en bajar el pH que los tetrafosfatos (pH = 7).

Dispersantes tales como el quebracho, lignitos (Tann-Athin), cromolignosulfonados (Spercene) son también usados en el tratamiento de lodos contaminados. La regularización del pH en dichos tratamientos, puede hacerse con la adición de Na (OH).

Si al perforar cantidades considerables de cemento el lodo es tratado con un dispersante orgánico, sosa cáustica y algo de cal, se obtiene un lodo de bajo contenido de cal y baja alcalinidad.

TRATAMIENTO CON BICARBONATO DE SODIO Y SODA ASH.-

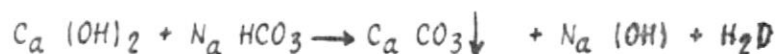
La soda Ash es utilizada para precipitar los iones calcio del cemento en forma de carbonato de calcio (insoluble), la reacción es -

la siguiente:



La acción de la soda Ash no se encuentra muy influenciada por el tratamiento previo de lodo ni por su pH. El efecto del Na (OH) formado, deberá ser contrarrestado por la adición de dispersantes. El lodo resultante tendrá un pH elevado.

El bicarbonato de sodio es utilizado donde se desea obtener lodos de bajo pH, Este a similitud de la soda Ash, precipita al ion calcio.



El tratamiento tiene poco efecto en lodos que han sido tratados con sosa, tanatos y fosfatos y en algunos casos puede tener efectos adversos.

CONTAMINACION CON YESO Y ANHIDRITA.-

Los efectos de la contaminación con yeso y anhídrita ($\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y SO_4Ca) son muy similares a los observados con el cemento y consisten en elevaciones de viscosidades, gelatinosidades y filtrados. La diferencia mas notable entre uno y otro es que en las contaminaciones con cemento hay un incremento del pH mientras que en las de SO_4Ca no.

En las contaminaciones con yeso tanto el ion calcio como el sulfato afectan las propiedades del lodo. El ion calcio floccula y deshidrata parcialmente las moléculas de arcilla. El pH del lodo no es afectado por el radical SO_4 no sucediendo lo mismo con el Ca cuya acción es la de aumentarlo.

CONTROL DE LA CONTAMINACION DE ANHIDRITA Y YESO.-

Similarmente al caso de la contaminación con cemento, las prác

ticas usuales para solucionar problemas de contaminación con yeso son:

- A.- Eliminación del Calcio
- B.- Transformación del Lodo

TRATAMIENTO CON SODA ASH Y FOSFATO.-

El ion calcio es precipitado del lodo por acción del CO_3Na_2 , según la siguiente reacción:



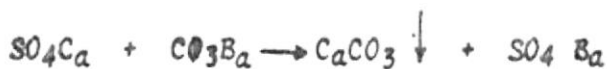
En esta ecuación 1 kg. de soda precipita 1 kg. de sulfato de calcio. Hay dos inconvenientes en utilizar este tratamiento.

- 1.- Fuerte elevación del pH por acción de la soda Ash.
- 2.- Acumulación progresiva del $\text{SO}_4 \text{Na}_2$ y el consecuente incremento de gelatinosidades.

El pirofosfato ácido de sodio (SAAP) puede utilizarse en estos casos como dispersante y reductor del pH (si no existen temperaturas elevadas) El tratamiento soda Ash-Spercene también es efectivo.

TRATAMIENTO CON CARBONATO DE BARIO.-

El CO_3Ba activa precipitando el calcio en forma de sal insoluble, la reacción es la siguiente:

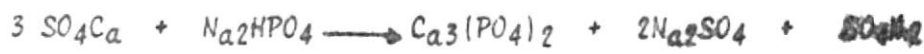


La acción del $\text{CO}_3 \text{Ba}$ presenta ventajas sobre la soda ash en las contaminaciones con yeso, ya que en ésta no hay elevaciones del pH (pH del $\text{CO}_3 \text{Ba} = 7.0$) y los iones sulfato son también precipitados. La desventaja del método radica en la gran cantidad de material necesario para el tratamiento (1 kg. precipita solamente 1 kg de yeso) además de su lenta solubilidad acompañada de la elevada temperatura para que se efectúe la reacción. Si el lodo ha recibido un tratamiento previo

de fosfato, no deberá recurrirse al carbonato de bario, pues ~~se obtienen~~ ~~dan~~ efectos nocivos.

TRATAMIENTO CON FOSFATO DISODICO.-

La acción de este tratamiento es similar en muchos aspectos a el de la soda ash, la reacción es:



Este tratamiento presenta ventajas sobre la soda ash al no proporcionar una excesiva elevación del pH. Tanto e uno como en el otro, el SO_4Na_2 permanece en solución. El rendimiento es mayor, ya que 1 kg. del material precipita 1.430 kg. de SO_4Ca . Limita su aplicación su alto costo.

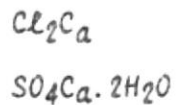
CONTROL DE LA PERDIDA DE AGUA.-

Se puede efectuar este control con los siguientes métodos:

- A.- Adiciones controladas de bentonita
- B.- Adición de Aceite
- C.- Utilización de poliacrilatos de sodio (CYPAN) o CMC (Carbometilcelulosa) para altos y bajos pH.
- D.- Almidones fermentables con preservativos a $\text{pH} < 11.5$ y sin ellos con $\text{pH} > 11.5$

PRUEBAS DE LABORATORIO.-

Para efectuar las pruebas de laboratorio correspondientes al presente capítulo cuya finalidad es la de determinar los efectos de las contaminaciones con Ca en las propiedades de lodos bentoníticos sódicos, se utilizó como lodo base una suspensión acuosa al 6% de Mil Sol añejada por 24 horas, a la que se adicionó:



$\text{Ca}(\text{OH})_2$

Cemento

En cantidades suficientes para formar muestras con concentraciones progresivas del ion Ca^{++} tal como se indica en las tablas correspondientes al tema en mención.

Se agitaron las muestras por 60 minutos y se las ajeó por 24 horas, se efectuaron pruebas cuyos resultados se indican en los cuadros 9, 10, 11 y 12 y gráficas correspondientes.

CUADRO N° 9

CONTAMINACION CON CEMENTO EN SUSPENSIÓN DE

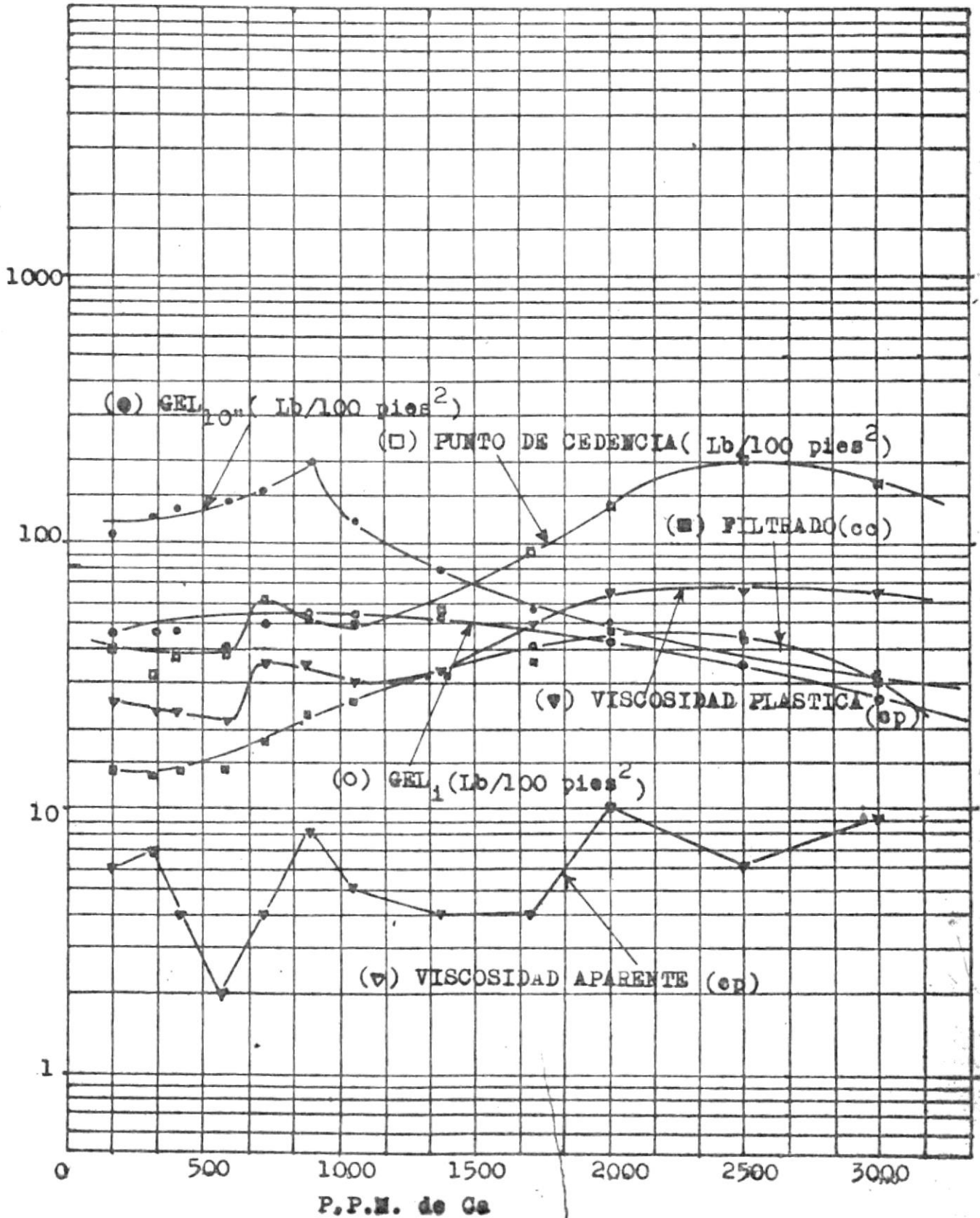
MIL GEL AL 6%

CEMENTO -cm/Lit.	0.3728	0.7465	0.9333	1.3098	1.6799	2.099	2.426	3.173	3.919	4.666	5.832	6.999
Ca ppm.	160	300	400	560	720	900	1040	1360	1680	2000	2500	3000
L600	52.0	47.0	46.0	43.0	70.0	68.0	60.0	64.0	100.0	133.0	133.0	125.0
L300	46.0	40.0	42.0	41.0	66.0	60.0	55.0	60.0	96.0	123.0	127.0	116.0
Op	6.0	7.0	4.0	2.0	4.0	8.0	5.0	4.0	4.0	10.0	6.0	9.0
Pc	40.0	33.0	38.0	39.0	62.0	52.0	50.0	56.0	92.0	113.0	121.0	117.0
Va	26.0	23.5	23.0	21.5	35.0	34.0	30.0	32.0	50.0	66.5	66.5	62.5
Gi	45.0	46.0	46.0	40.0	50.0	52.0	54.0	56.0	40.0	42.0	35.0	25.0
G10	105.0	126.0	134.0	144.0	160.0	200.0	120.0	80.0	56.0	50.0	46.0	31.0
ENJ.	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	6.0
FILT.	14.6	13.6	14.6	14.6	17.8	22.8	26.0	32.0	35.4	39.4	58.0	70.0
Pm	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.9	1.2	1.4	1.8	2.0	2.8
Pd	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
M	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CO3Ca	180.0	180.0	180.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	120.0	160.0	180.0
pH _L	9.2	9.3	9.4	9.0	10.0	10.2	10.4	10.4	11.0	11.1	11.4	11.5

FILT. HPT LA SOLIDIFICACION DEL LODO IMPIDE DETERMINARLA

GRAFICOS
(CUADRO 9)

CONTAMINACION CON
CEMENTO, MIL GEL
AL 6%



CUADRO Nº 40

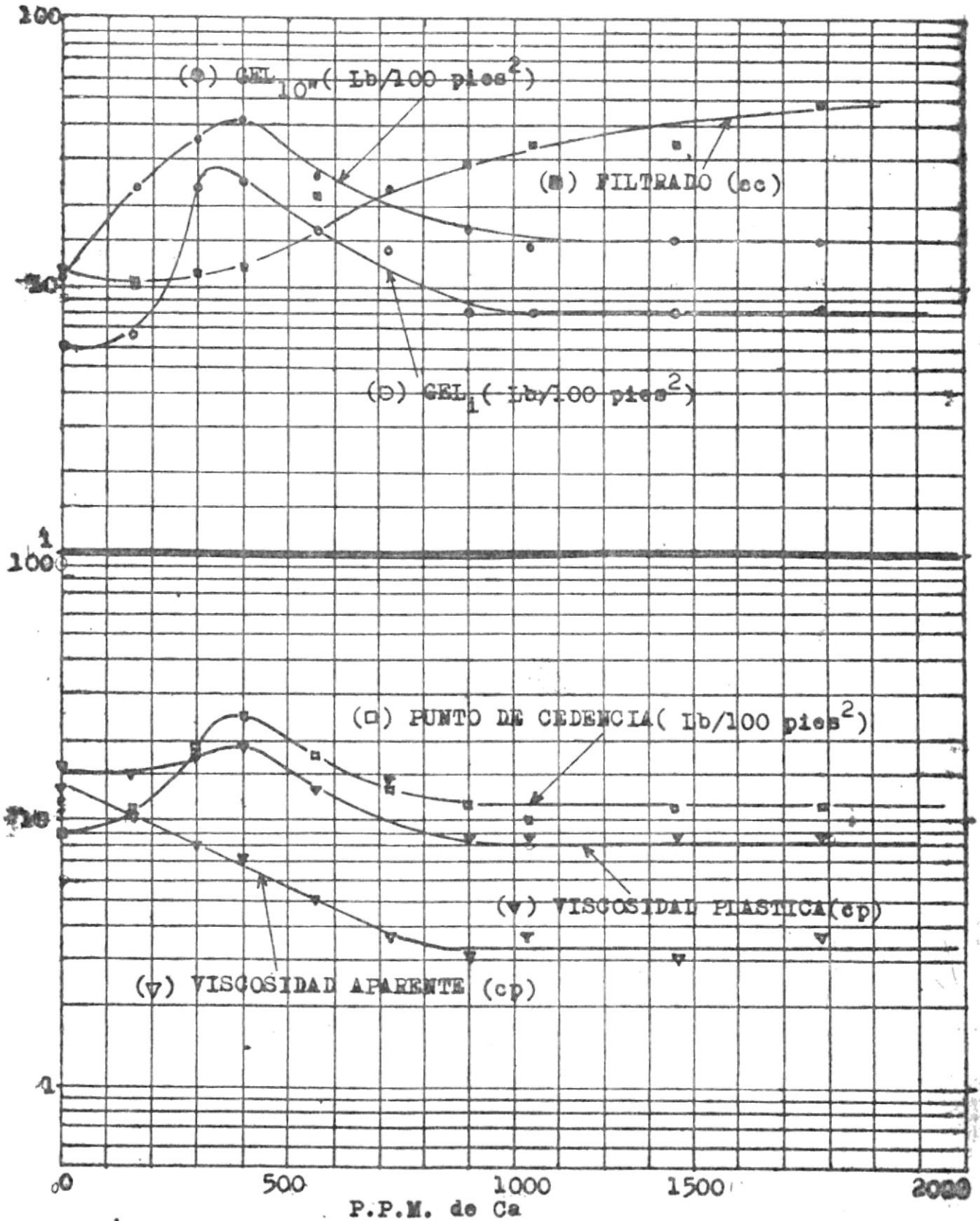
CONTAMINACION CON SO₄Ca (2H₂O) EN SUSPENSIONES

DE MIL GEL AL 6%

	0 LB.	0.3435	0.644	0.8587	1.2022	1.545	1.9322	2.232	2.9198	3.6068	4.2939
SULFATO Ca gm/Lit.											
PPM. Ca	0 LB	160	300	400	560	720	900	1040	1360	1680	2000
L600	33.0	30.0	35.0	38.0	27.0	19.5	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
L300	21.0	20.0	27.0	31.0	22.0	16.0	14.0	13.5	14.0	14.0	14.0
Vp	12.0	10.0	8.0	7.0	5.0	3.5	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
Pc	9.0	10.0	19.0	24.0	17.0	12.5	11.0	10.0	11.0	11.0	11.0
Va	16.5	15.0	17.5	19.0	13.5	14.75	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
Gj	6.0	6.5	23.0	24.0	16.0	14.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.5
G10	11.0	24.0	36.0	41.0	26.0	24.0	16.0	14.0	15.0	15.0	15.0
Filt API	11.2	10.6	11.2	11.8	22.2		29.4	34.4	33.4	49.2	49.2
ENJ.	1.0	1.0	115	2.0	ENJARRES	MUY	DEBILES			5.0	
pH ₂	8.55	8.5	8.65	8.65	8.6	8.5	8.6	8.6	8.55	8.55	8.55
pH ₆	8.50	8.3	8.50	8.50	8.60	8.50	8.55	8.55	8.55	8.55	8.55

GRAFICOS
(CUADRO 10)

CONTAMINACION CON
 $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.MIL GEL
AL 6%



CUAURO N° 11

CONTAMINACIONES CON Cl_2 Ca EN SUSPENSIONES DE

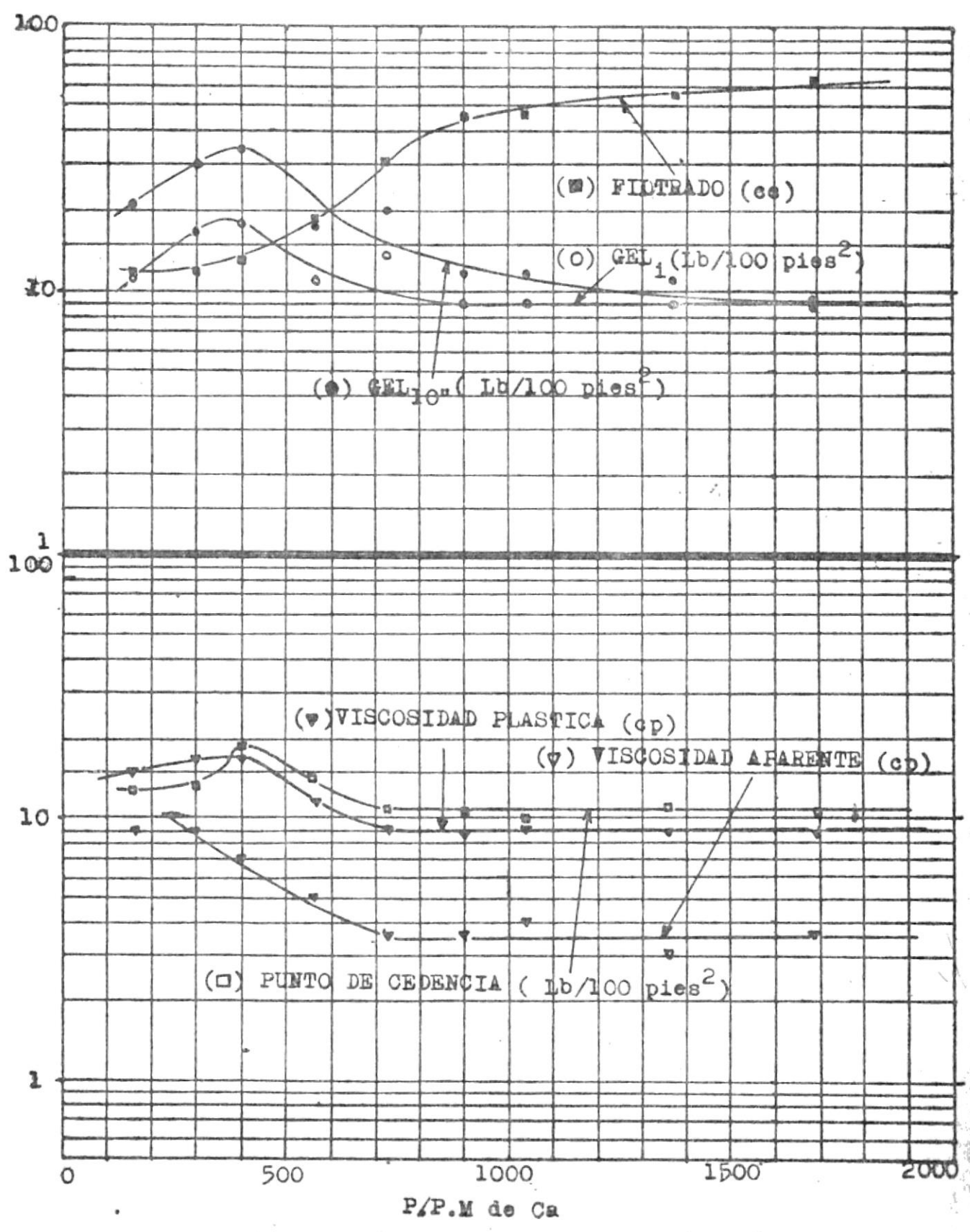
MIL GEL AL 68

Cl_2 Ca g/lit.	0.0 LB	4.436	0.83174	1.1190	1.5526	1.9962	2.4952	2.8834	3.7706	5.65720
PPM. Ca	0.0 LB	160	300	400	560	720	900	1040	1360	1680
L600		30.0	33.0	33.0	24.0	18.0	17.5	18.0	17.5	17.5
L300		21.0	24.0	26.0	19.0	14.5	14.0	14.0	14.5	14.0
Vp		9.0	9.0	7.0	5.0	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5
Pc		12.0	13.0	19.0	14.0	11.0	10.5	10.0	11.5	10.5
Va		15.0	16.5	16.5	16.5	12.0	9.0	8.75	8.75	8.75
Gc		11.0	17.0	18.0	11.0	14.0	9.0	9.0	9.0	9.0
G10		21.0	30.0	34.0	17.0	20.0	12.0	12.0	11.0	9.0
FILT		11.6	11.8	13.6	18.0	30.6	44.0	45.6	54.0	62.6
ENJ.		1.5	1.5	1.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
PHC		8.5	8.9	8.4	8.3	7.8	7.7	8.0	7.9	7.7
pH δ		8.5	8.7	8.3	8.3	7.7	7.7	8.0	7.9	7.7

GRAFICOS

(CUADRO 11)

CONTAMINACIONES CON Cl_2Ca EN
SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6 %



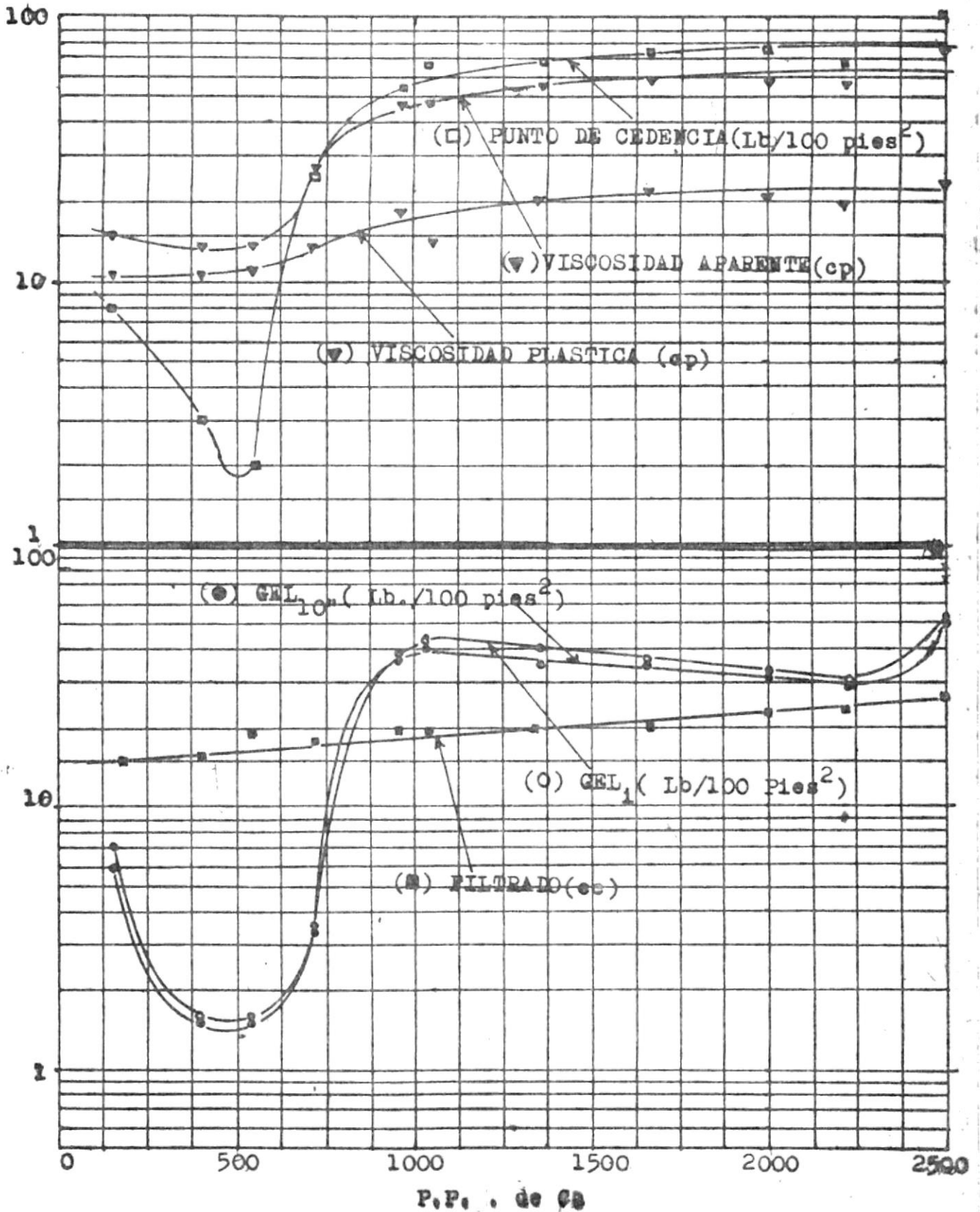
EFFECTS OF LA CONTAMINACION CON Ca(OH)₂ EN

SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 68

Ca(OH) ₂ gm/lt.	0.297	0.6996	0.897	1.2592	1.8189	2.3786	2.9383	3.448	3.847	4.372
ppm. Ca	160	400	550	720	1040	1360	1680	2000	2200	2500
L600	31.0	26.0	26.0	53.0	95.0	108.0	117.0	113.0	106.0	147.0
L300	19.5	14.5	14.0	29.0	81.0	88.0	95.0	93.0	87.0	125.0
V _p	11.5	11.5	12.0	14.0	20.0	20.0	21.5	20.5	19.0	22.0
P _c	8.0	3.0	2.0	25.0	67.0	68.0	64.0	73.5	68.0	103.0
V _a	15.5	13.0	13.0	26.5	47.5	54.0	58.5	56.5	53.0	73.5
G _r	7.0	1.5	1.5	3.5	42.0	40.0	36.0	33.0	29.0	53.0
G ₁₀	6.0	1.5	1.5	3.5	44.0	34.0	37.0	33.0	29.0	53.0
FILT.	15.2	15.8	19.2	17.8	19.0	19.4	20.0	21.6	23.0	26.5
ENJ.	1.5	2.0	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	4.0	5.0
P _m (cc)	0.2	0.5	0.5	1.2	1.7	2.4	2.6	2.7	3.2	3.7
P _g (cc)	0.0	0.4	0.35	0.45	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

GRAFICOS
(CUADRO 12)

CONTAMINACIONES CON $\text{Ca}(\text{OH})_2$
EN SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%





BIBLIOTECA

CAPITULO VI

LODOS TRATADOS CON CALCIO

Los lodos de agua dulce tratados con calcio son aquellos a los que se añade calcio para obtener:

- A.- Baja viscosidad
- B.- Baja gelatinosidad
- C.- Alta tolerancia a los sólidos (Lodos pesados)
- D.- Resistencia a las contaminaciones
- E.- Poder de inhibir la hidratación de las lutitas perforadas

Gracias a su resistencia a las contaminaciones Estos lodos pueden ser usados en áreas donde se perfora cemento, yeso, anhidrita o sal en grandes cantidades. En las lutitas, la hidratación se retarda en gran escala. Por su tolerancia a los sólidos, pueden prepararse lodos de elevada densidad sin obtener viscosidades anormales. No es recomendable usar estos lodos a altas temperaturas.

Los cationes polivalentes (Ca, Fe, Al, etc.) tienen en las arcillas sódicas un efecto de deshidratación parcial de interés en ingeniería de lodos, es el ion calcio el que ha alcanzado general aceptación por su bajo costo y la disponibilidad de sales cuyas soluciones proporcionan los pH que se requieren desde el neutro al alcalino.

Los iones calcio al ponerse en contacto con arcillas sódicas, tiende a remover su Na convirtiéndolas en cálcicas. Una deshidratación parcial acompaña el cambio de base permitiendo la reducción del tamaño de las partículas y un incremento del volumen de agua libre, con la consiguiente disminución de la viscosidad. Este fenómeno permite que más sólidos puedan ser incorporados al sistema sin incrementar perjudicialmente la viscosidad y gelatinosidad.

La cantidad de calcio que absorbe la arcilla depende de:

- A.- Tipo de arcilla usada y su capacidad de intercambio iónico.
- B.- Cantidad de calcio en solución.

En la figura (6-1) se observa que la cantidad de calcio absorbido es mayor en una arcilla del tipo wyoming que en una nativa, además, a mayor concentración de calcio en el filtrado hay más calcio absorbido.

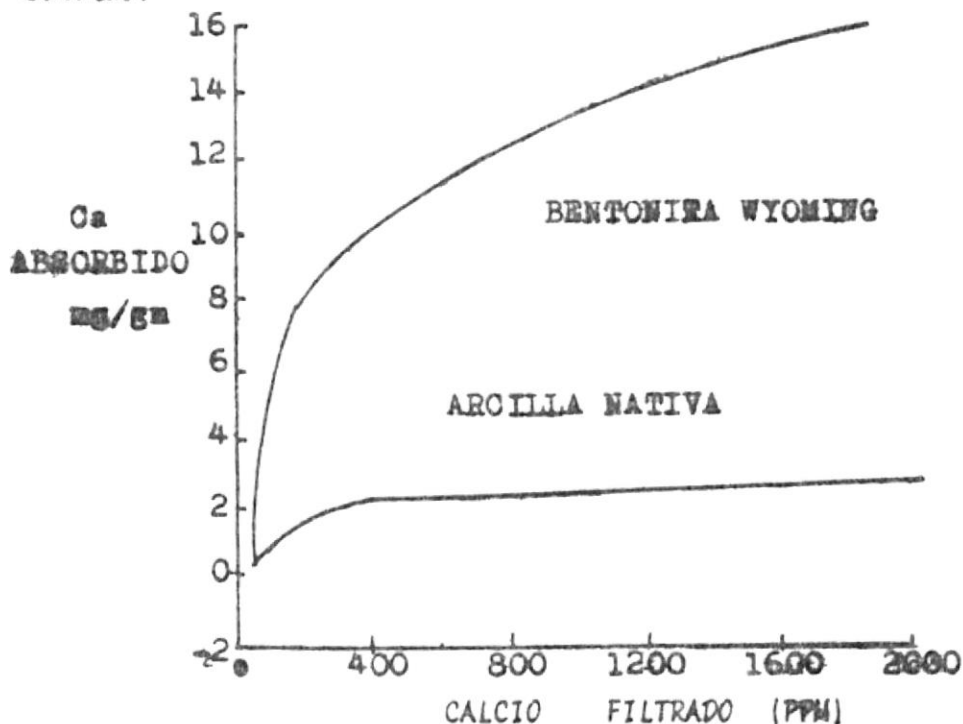


Figura 6-1

SALTO DE VISCOSIDAD.-

Al añadir cantidades crecientes de sales cálcicas a lodos bentoníticos sódicos prehidratados, se observa que en las primeras adiciones se produce un aumento brusco de viscosidades para disminuir luego. Estos cambios constituyen el salto de viscosidad.

El aumento inicial de la viscosidad es el resultado de la rápida floculación de las arcillas por acción del calcio, y la disminución posterior por el cambio de base.

El grado en que el lodo sufre el salto de viscosidad depende -

de:

- A.- Concentración de sólidos
- B.- Contenido de Bentonitas
- C.- Tratamiento previo

Es buena práctica al convertir un lodo bentonítico ~~sólido~~ a cálcico, con objeto de reducir los efectos de una elevación ~~excesiva~~ de viscosidad, diluir el lodo con agua antes de tratarlo.

Convertir un lodo conteniendo considerables cantidad ~~de bento~~ nita que previamente haya sido tratado con fosfatos requiere mayor ~~di~~ fusión con agua por los siguientes motivos:

- A.- Las partículas de montmorillonita absorberán más calcio.
- B.- La gran cantidad de sólidos que ha permitido incorporar ~~el trata~~ miento.

FACTORES QUE AFECTAN LA CONVERSION.-

Hidratación previa de las Arcillas.- Si se adicionan sales de calcio a arcillas prehidratadas se observa un aumento brusco en la viscosidad según se observa en la figura (6-2). Si por lo contrario se procede a añadir bentonita seca al agua que contenga calcio en solución, se observa que el lodo así formado se comporta de una manera muy diferente a la primera. Este segundo comportamiento es motivado porque el calcio disuelto en el agua inhibe y hasta evita la hidratación de la arcilla. Este efecto es el aplicable al usarse los ~~lodos~~ cálcicos para perforar lutitas hidratables.

Influencia de la presencia del ClNa en la absorción del calcio.- La presencia de la sal en lodos bentoníticos ocasiona una ~~dis~~minución de la capacidad de intercambio iónico de la arcilla. Esto se ilustra en la figura (6-3) en la que se han graficado los mg. de C_a absorbido por 1 gm. de arcilla en su pensión acuosa conteniendo -

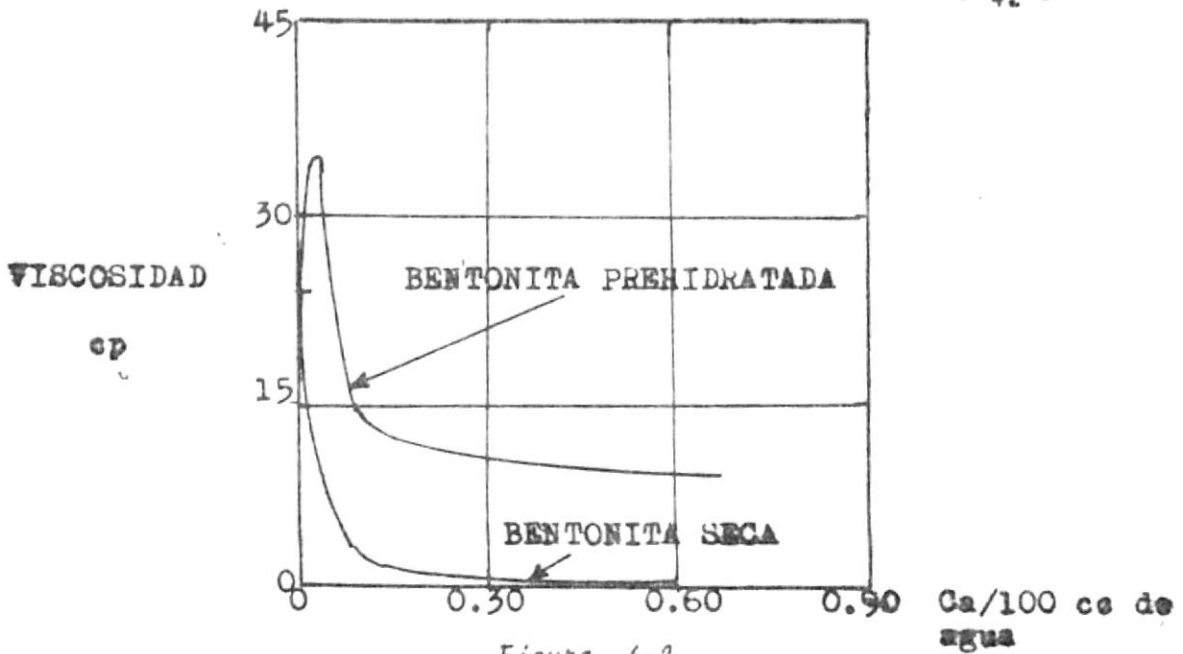


Figura 6-2

Ca en concentraciones diferentes.

Deberá notarse en la gráfica las porciones de las curvas que indican absorciones negativas. Estas son el resultado de que a valores determinados de la concentración de Ca la arcilla puede llegar a ceder el calcio de su molécula.

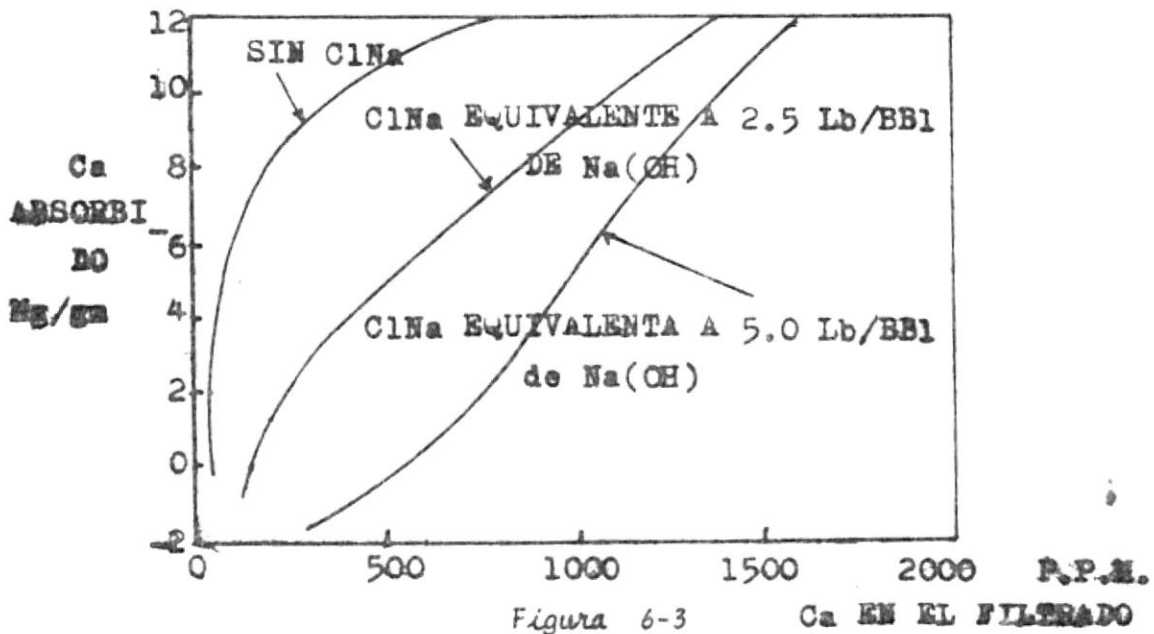


Figura 6-3

Ca EN EL FILTRADO

La absorción del calcio depende entonces tanto de la concentración de iones calcio en solución como de la relación Ca /Na

SOLUBILIDAD DEL CALCIO EN PRESENCIA DEL Na(OH).-

La presencia del Na(OH) en los lodos origina una disminución

de la solubilidad del Ca . Está también influenciada por la temperatura (figura 6-4).

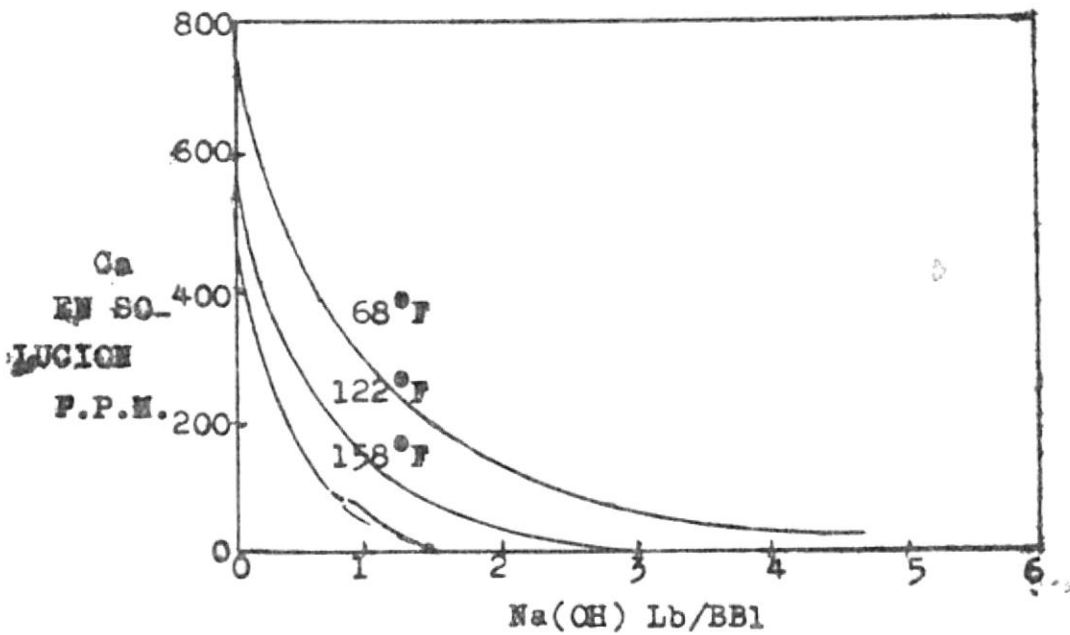


Figura 6-4

Un efecto colateral de la presencia del Na(OH) en los lodos calcícos es el de incrementar el pH del mismo. Los lodos de diferentes pH se comportan aproximadamente como se indica en la figura 6-5.

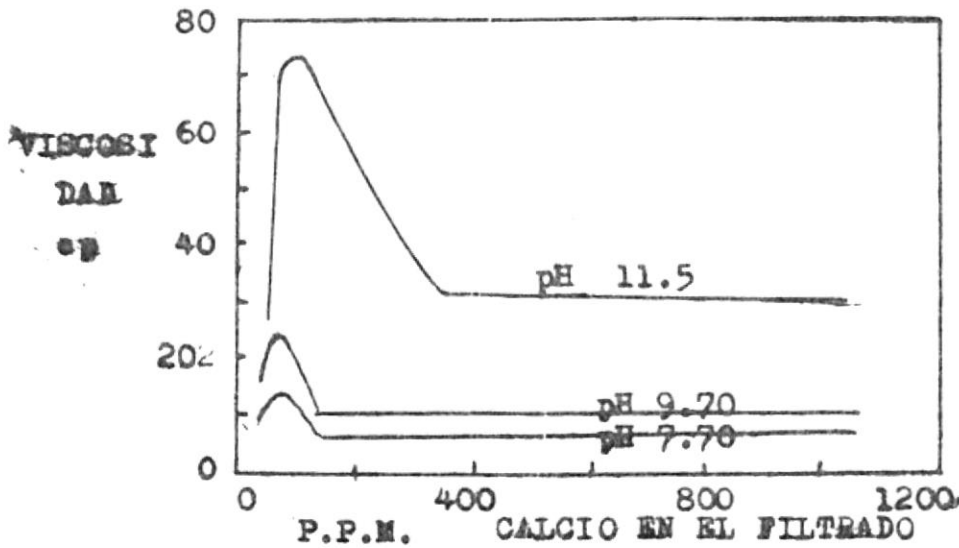


Figura 6-5

TIPOS DE LODOS TRATADOS CON CALCIO.-

Se han desarrollado diversos tipos de lodos tratados con cal-

cio, los principales son:

- 1.- Lodos tratados con cal.
- 2.- Lodos Base yeso
- 3.- Lodos tratados con cloruro de calcio.

LODOS TRATADOS CON CAL.-

Son lodos de agua dulce a los que se ha adicionado cal como fuente de calcio, se clasifican de acuerdo a su alcalinidad y contenido de cal en:

- 1.- Bajo contenido de cal y baja alcalinidad
 - 0.8 - 2.00 cc de alcalinidad P.
 - 0.8 - 2.00 lb/bb de exceso de cal
 - 50 - 125 ppm de calcio
- 2.- Cálculos convencionales
 - 2 - 5 cc de alcalinidad P.
 - 2 - 5 Lb/Bb de exceso de cal
- 3.- Alto contenido de cal y alta alcalinidad
 - 5 - 10 cc de alcalinidad P
 - 5 - 15 Lb/Bb de exceso de cal
 - 75 - 200 ppm de calcio

Los lodos de alto contenido de cal y los convencionales son usados en áreas con contaminaciones de agua salada, yeso y cemento. - Los de bajo contenido de cal tienen aplicación donde existen problemas de altas temperaturas.

Pueden ser preparados a partir de cualquier lodo base agua y están constituidos esencialmente por arcillas comerciales o nativas, cal, materiales densificantes, dispersantes, agentes de control de pérdida de líquidos y sosa caústica. La cantidad de materiales químicos necesarios para elaborarlos varía, sin embargo las conversiones

de lodos sódicos de agua dulce a tratarlos con cal se la efectúa uti-
lizando lo siguiente:

- 2 - 3 Lb/bbl de sosa caústica
- 2 - 3 Lb/bbl de dispersante
- 4 - 8 Lb/bbl de cal

La función y el control de la cantidad de sosa caústica tiene una gran importancia en los lodos tratados con cal, ésta actúa como reguladora de la solubilidad del calcio, como fuente del pH necesario para la óptima función de los dispersantes y como preservadora de la fermentación de los almidones que puedan haberse utilizado como agen-
tas de control de los altos filtrados propios de lodos con calcio. - Una regla de mano utilizada para calcular la cantidad de sosa necesaria para obtener determinada alcalinidad es:

Para:

- 1 cc de alcalinidad P - 1.0 Lb/bbl de sosa
- 3 cc de alcalinidad P - 2.0 Lb/bbl de sosa
- 5 cc de alcalinidad P - 3.0 Lb/bbl de sosa
- 7 cc de alcalinidad P - 4.0 Lb/bbl de sosa

Para cada cc. de alcalinidad sobre 7 cc. se tomará aproximadamente 1 Lb/bbl de sosa - Na(OH).

Los agentes de pérdida de agua que deberán ser usados pueden ser almidones o cmc. La alta alcalinidad con la que cuentan los lodos tratados con cal previene la fermentación de los almidones.

Aceite crudo o diesel pueden ser incorporados al sistema a fin de formar emulsión, se hace entonces necesario la adición de agentes emulsificantes (lignitas, cromolignosulfonatos, etc.)

En dichos lodos deberá existir un exceso de cal de aproximadamente un 20%, con objeto de suministrar al lodo calcio suficiente pa-

se reemplazar a aquel que puede ser absorbido por las arcillas pedregadas.

PRUEBAS DE LABORATORIO EFECTUADAS PARA LODOS TRATADOS CON CAL.-

Se prepararon muestras sobre un lodo base al 6% de bentonita mica (Mil-Gel) las que se trataron con cantidades variables de quebracho, sosa cáustica y cal. Las concentraciones empleadas fueron:

- 1.- 4 g/lt de quebracho + 3 g/lt de sosa V_s cal en proporciones variables (Cuadro N° 13)
- 2.- 7 g/lt de cemento + 4 g/lt de quebracho V_s sosa cáustica en proporciones variables -- (Cuadro N° 14)
- 3.- 7 g/lt de cemento + 3 g/m³ de sosa V_s quebracho en concentraciones variables (Cuadro N° 15)

El procedimiento para la preparación de los lodos fue el siguiente:

Lodo Base 6% Mil Gel + 30 minutos de agitación + 24 horas de añeja---
miento + quebracho + 15 minutos de agitación + Na(OH) + 15 minutos de
agitación + cal + 1 hora de agitación + 1 día de añejamiento a condi-
ciones ambientes + pruebas.

Los resultados de los análisis se dan en los cuadros (13, 14 y 15) y curvas correspondientes.

LODOS BASE YESO.-

Inicialmente el uso de estos lodos estuvo limitado a la perforación de formaciones con altas cantidades de yeso. Debido a no contar con tratamientos químicos que controlasen las viscosidades y gelatinosidades anormales que desarrollaban. Posteriormente en 1.955 con la introducción de los cromolignosulfonatos (Spercene, Q-Brown, Unical) se desarrollaron sistemas de lodos de yeso satisfactorios a tal grado

que en la actualidad se usan tanto como los tratados con cal.

El calcio presente en estos lodos es relativamente alto (500 - 1.200 ppm.) son menos susceptibles a las altas temperaturas que los tratados con cal (toleran hasta 350°F). Sin embargo la pérdida de líquidos es mayor que en estos, el CMC es normalmente usado para vencer este efecto en cuyo caso, la temperatura de aplicación del lodo es limitada por el rango de temperatura del CMC.

Los lodos base yeso pueden ser preparados a partir de cualquier lodo base agua, lodos de bajo pH, son los más indicados para efectuar la transformación. En términos generales dichos lodos son preparados de la siguiente forma:

- 1.- Determinar mediante una prueba piloto la cantidad de agua necesaria para evitar un espesamiento excesivo.
- 2.- Adicionar de 4 a 6 LB/bbl de yeso.
- 3.- De 3-5 LB/bbl de reductor de viscosidad (Spercene, Unical, etc.)
- 4.- Sosa cáustica hasta llevar al lodo a un pH dentro 9.5 y 10.5
- 5.- CMC de 1 a 1.5 LB/bbl para control de filtrado.
- 6.- Eventualmente diesel o aceite crudo para formar emulsión.

PRUEBAS DE LABORATORIO PARA LODOS BASE YESO.-

Se prepararon lodos sobre una suspensión añejada en bentonita - (Mil-Gel) al 6% a la que se adicionaron cantidades variables de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (yeso), spercene y CMC. El procedimiento de análisis fue el siguiente:

Lodo Base Mil Gel 6% + 30 minutos de agitación + 24 horas de añejamiento + Spercene + 20 minutos de agitación + sosa hasta llevar al lodo al pH + 15 minutos agitación + CMC + 15 minutos de agitación + 24 horas de añejamiento a condiciones ambiente + pruebas.

Los resultados de los análisis se dan en el cuadro 16 y curvas correspondientes.

C U A D R O N° 13

LODOS CALCIOS PREPARADOS SOBRE SUSPENSION DE

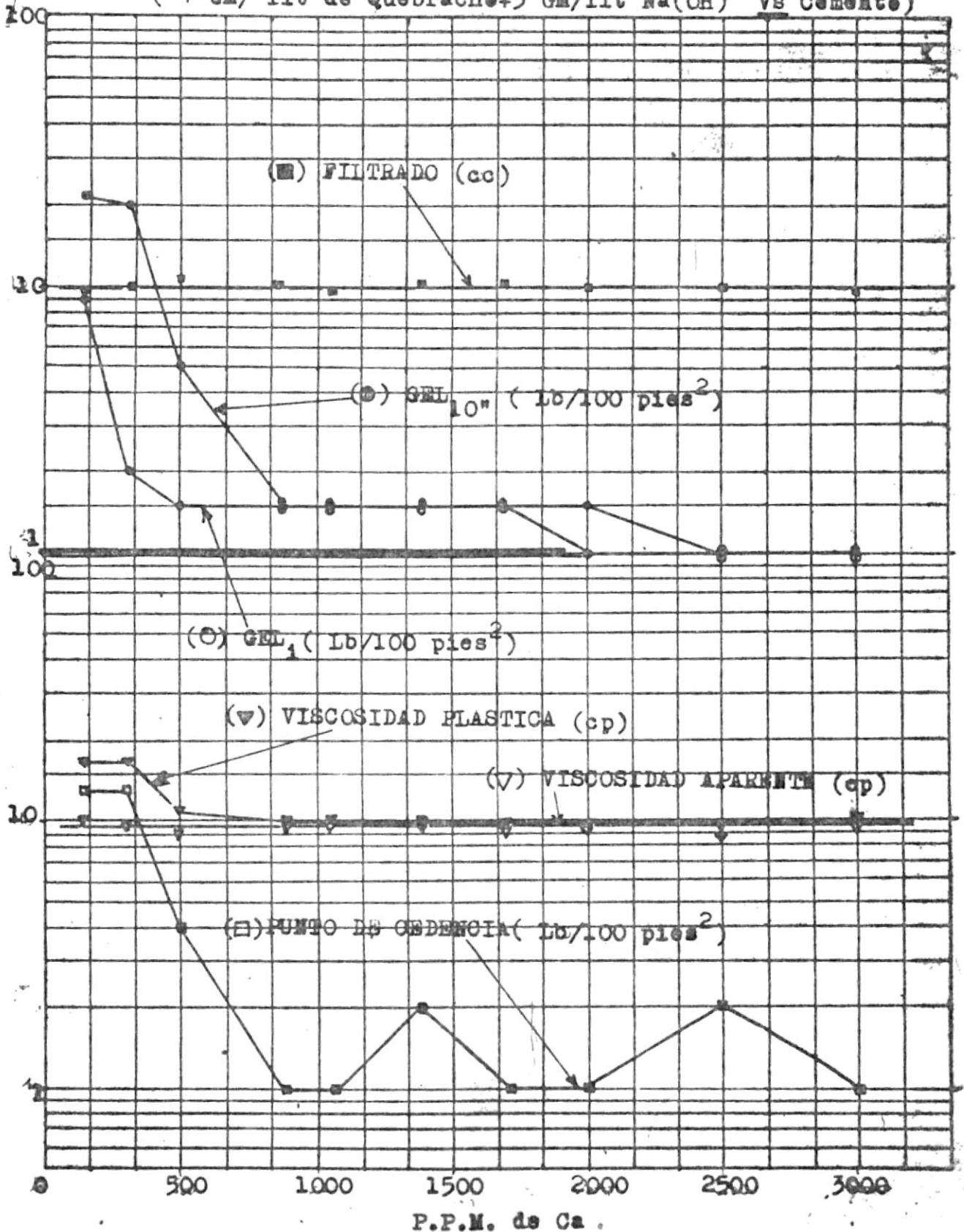
MIL GEL AL 6%

(4 gm/lit. Quebracho + 3 gm/lit Na(OH) V_s cantidades variables de cemento)

CEMENTO	0.3728	0.7465	1.3048	2.098	2.426	3.173	3.914	4.666	5.832	6.999
PPM Ca	160	300	500	900	1040	1360	1680	2000	2500	3000
L600	33.0	32.0	22.0	20.0	20.0	20.0	19.0	19.0	19.0	20.0
L300	23.0	22.5	13.0	10.5	10.5	11.5	10.0	1.0	10.5	10.5
Vp	10.0	9.5	9.0	9.5	9.5	9.5	9.0	9.0	8.5	9.5
Pc	13.0	13.0	4.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0
Va	16.5	16.0	11.0	10.0	10.0	10.0	9.5	9.5	9.5	10.0
G _i	9.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
G ₁₀	22.0	20.0	5.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0
FILT.	9.4	10.0	10.8	10.2	9.6	10.2	10.4	10.0	10.0	9.8
ENJ.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
pH ₆	11.8	11.7	11.65	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9
pH ₁₂	11.3	11.4	11.3	11.4	11.3	11.4	11.5	11.5	11.5	11.5

GRAFICOS
(CUADRO 13)

LODOS CALCICOS PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%
(4 Gm/ lit de Quebrache+3 Gm/lit Na(OH) Vs Cemento)



CUADRO N° 14

LODOS CALCICOS PREPARADOS SOBRE UNA SUSPENSION DE

MIL GEL AL 60%

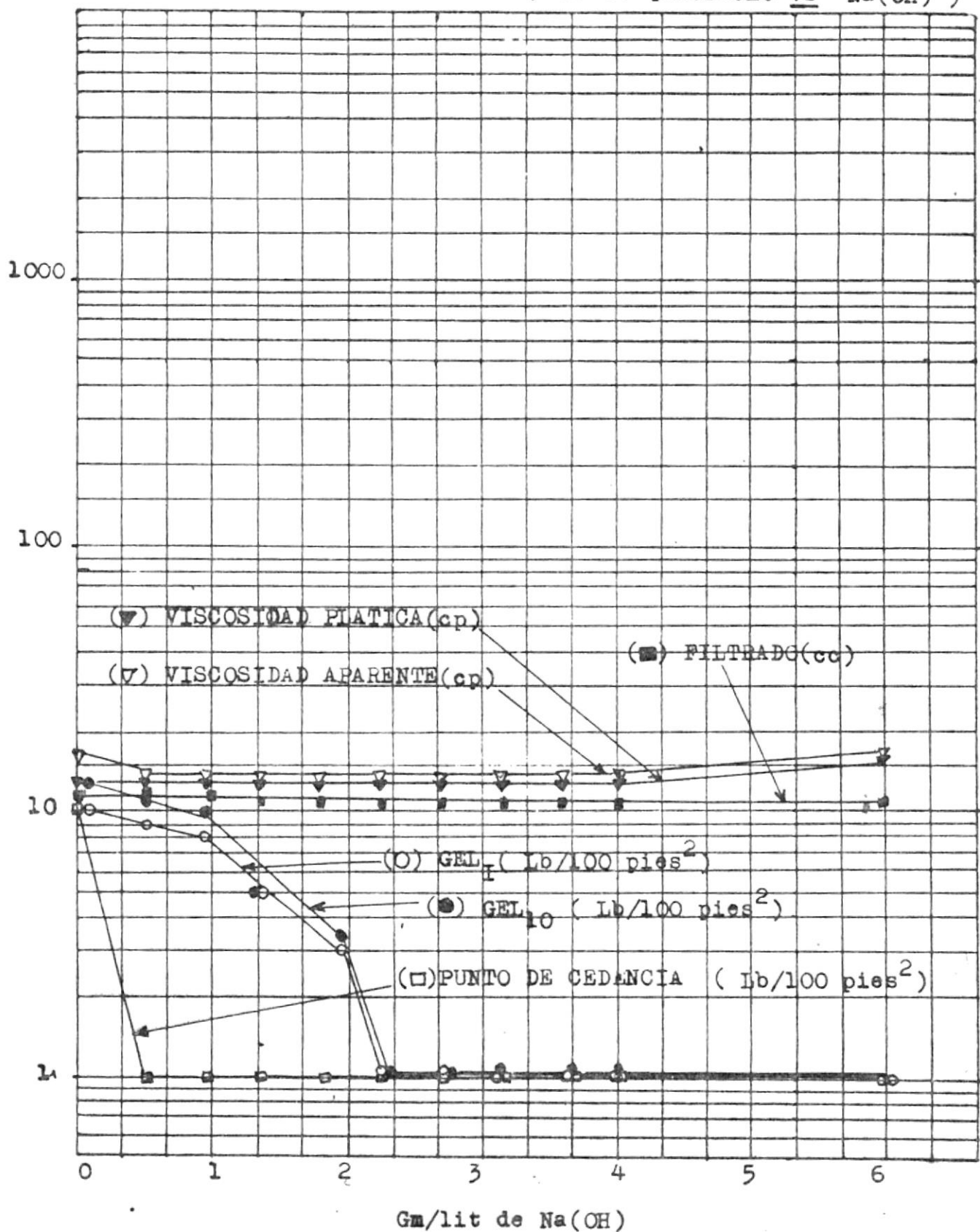
(7 gm/lit de cemento + 4 gm/lit de Quebracho V_s Na(OH))

NaOH g/lit.	0.0	0.5	0.95	1.35	1.80	2.25	2.70	3.15	3.55	4.00	5.95
L600	34.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	26.0	27.0	27.0	32.0
L300	22.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	14.0	14.0	16.5
Vp	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	13.0	13.0	13.0	15.5
Pc	10.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
Va	17.0	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	13.0	13.5	13.5	16.0
Gi	10.0	9.0	8.0	5.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
G10	15.0	12.0	10.0	5.0	3.5	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0
FIL.	13.5	13.6	13.5	13.0	12.6	12.0	12.0	12.2	12.1	12.3	12.5
ENJ.	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
pH ₆	8.5	8.6	9.0	8.7	10.0	10.5	11.0	11.5	11.8	12.0	12.0
pH ₈	8.7	8.6	9.0	8.7	10.2	10.7	11.3	11.5	11.8	12.6	12.0

GRAFICOS
(CUADRO 14)

LODOS CALCICOS PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6 %

(7 Gm/lit de cemento + 4 Gm/lit de quebrache Vs Na(OH))



COARDO Nº 15

LODOS CALCIOS PREPARADOS SOBRE SUSPENSIÓN DE

MIL GEL AL 6%

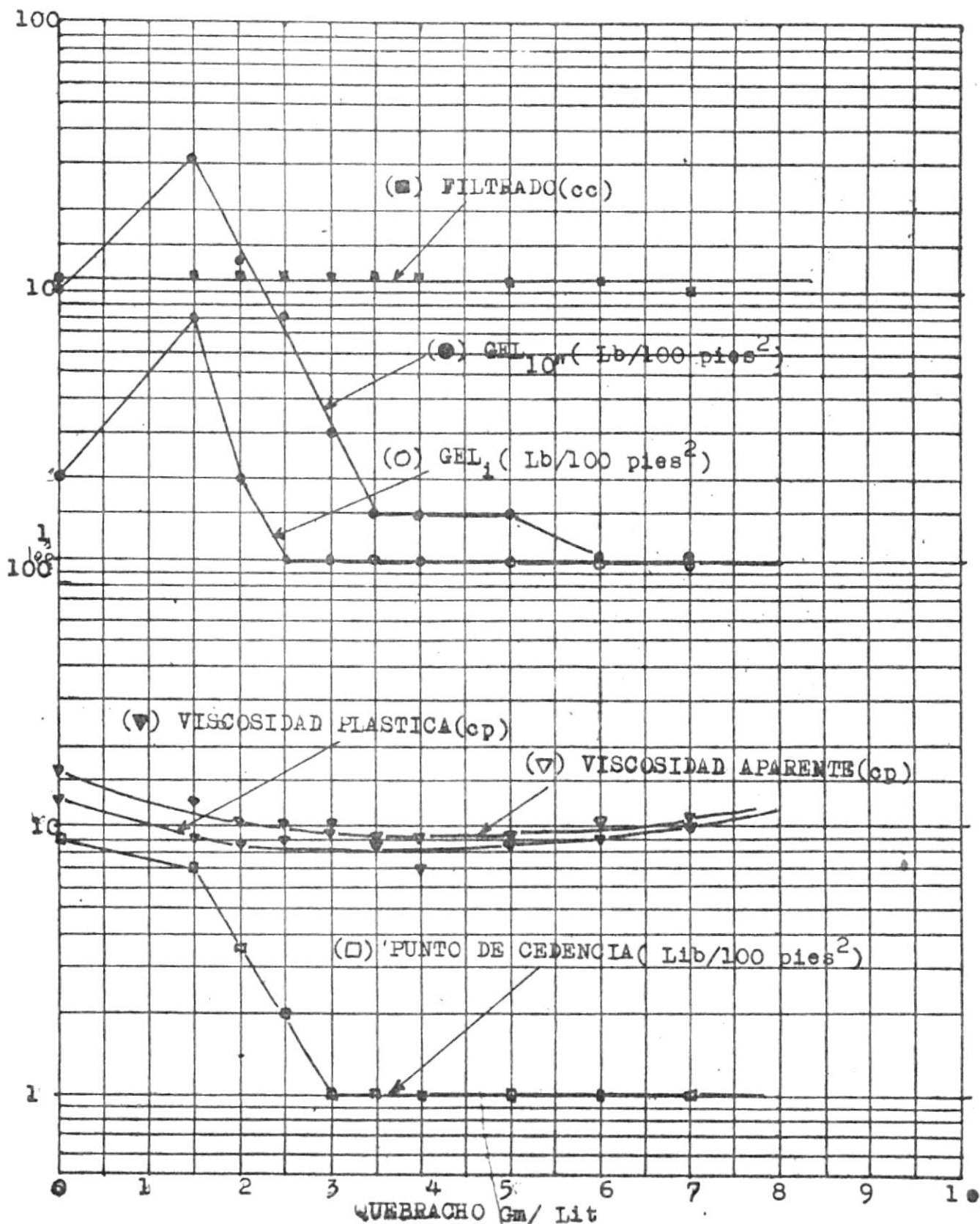
(7 gm/lit. de cemento + 3 gm/lit de Na(OH) V₈ quebracho)

QUEBRACHO g/lit.	LB -00	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0
L600	33.0	25.0	20.8	20.0	20.0	18.0	18.0	18.5	20.5	21.0
L300	21.0	16.0	12.0	11.0	10.5	9.5	11.0	10.5	11.5	11.0
Vp	12.0	9.0	8.5	9.0	9.5	8.5	7.0	8.5	9.0	10.0
Pc	9.0	7.0	3.5	2.0	1.0	1.0	4.0	2.0	1.0	1.0
Va	16.5	12.5	10.25	10.0	10.0	9.0	9.0	9.25	10.25	10.5
G ₁	2.0	8.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
G10	100.0	31.0	13.0	8.0	3.0	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0
pH ₆	8.1	11.4	11.45	11.45	11.5	11.5	11.5	11.5	11.4	11.3
pH ₁₂	8.15	11.55	11.55	11.55	11.5	11.5	11.5	11.35	11.3	11.3
FILT.	11.0	12.0	12.2	11.8	11.8	12.4	12.2	11.0	11.4	10.0
EUJ.	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Pm (ca)	0.0	3.5	3.8	4.2	4.2	5.0	5.2	2.7	3.1	3.1
P ₆ (cc)	0.0	1.4	1.6	1.4	1.5	4.5	2.8	1.9	1.5	1.4

GRAFICOS
(CUADRO 15)

LODOS CALCICOS PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%

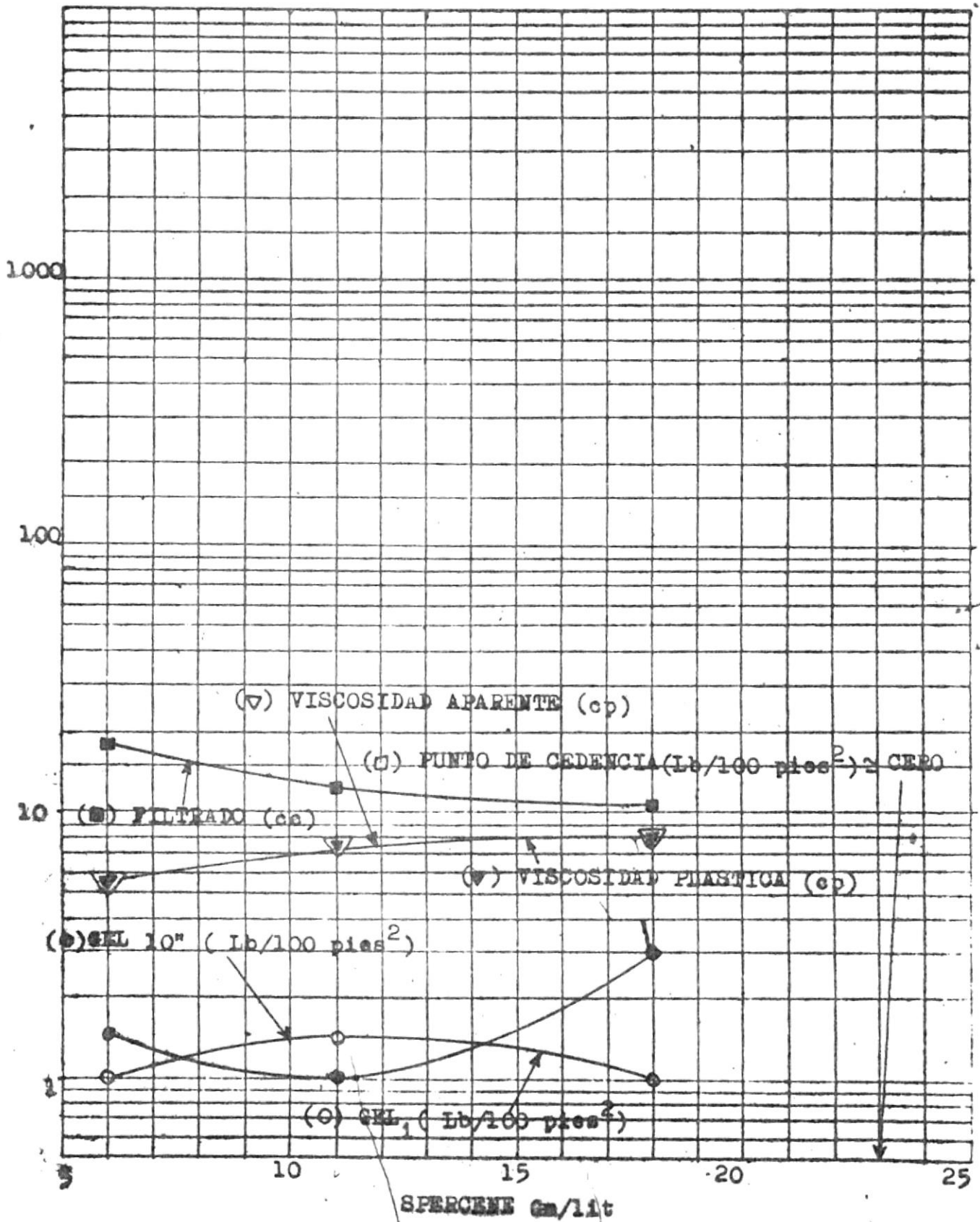
(7 Gm/lit de cemento + 3 Gm/lit de Na(OH) vs Quebracho)



GRAFICOS
(CUADRO 16)

LODOS BASE YESO PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%

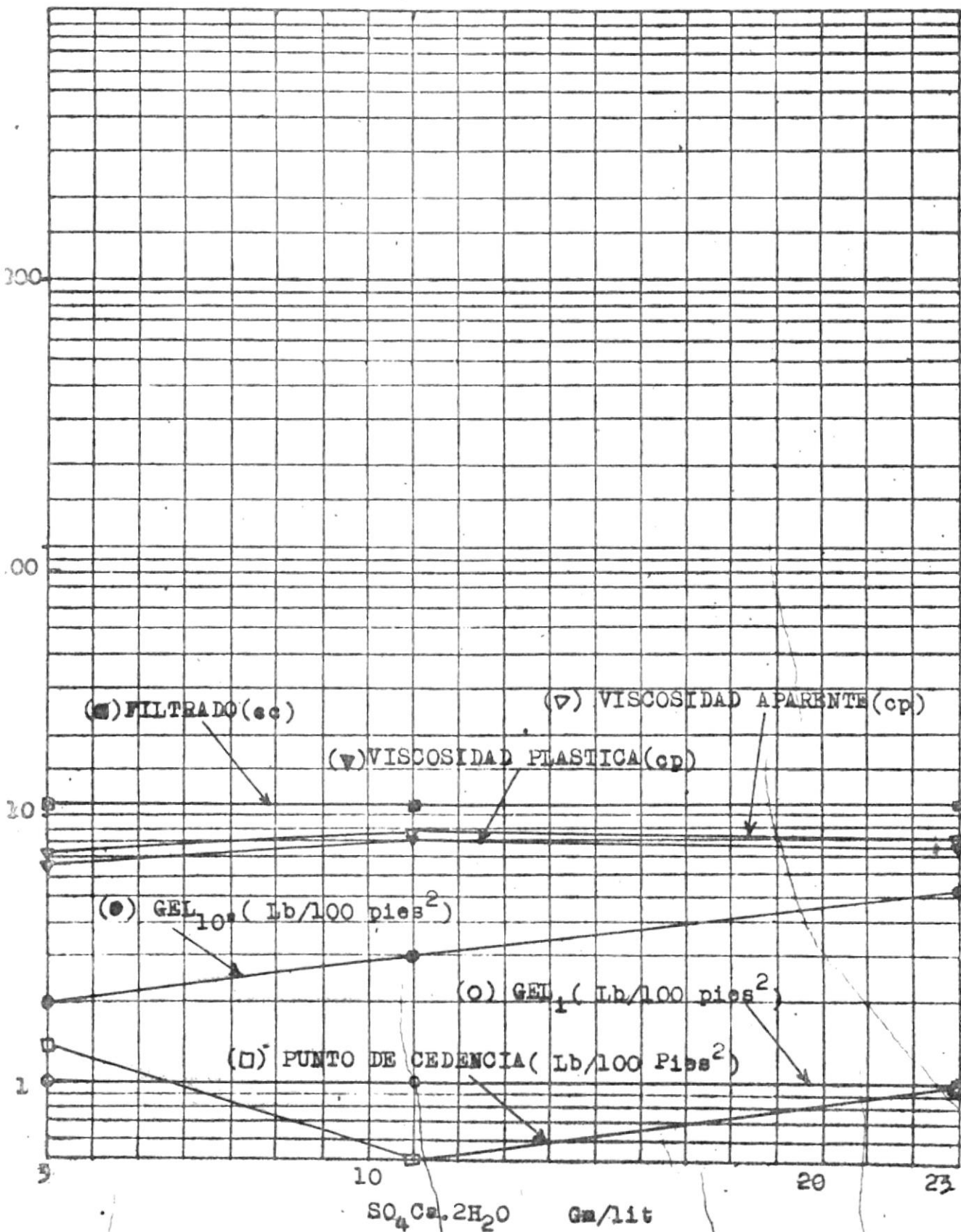
(18 gm/lit de $SO_4Ca.2H_2O$ + 0.0 CMC vs SPERCENE



GRAFICOS
(CUADRO 16)

LODOS BASE YESO PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%

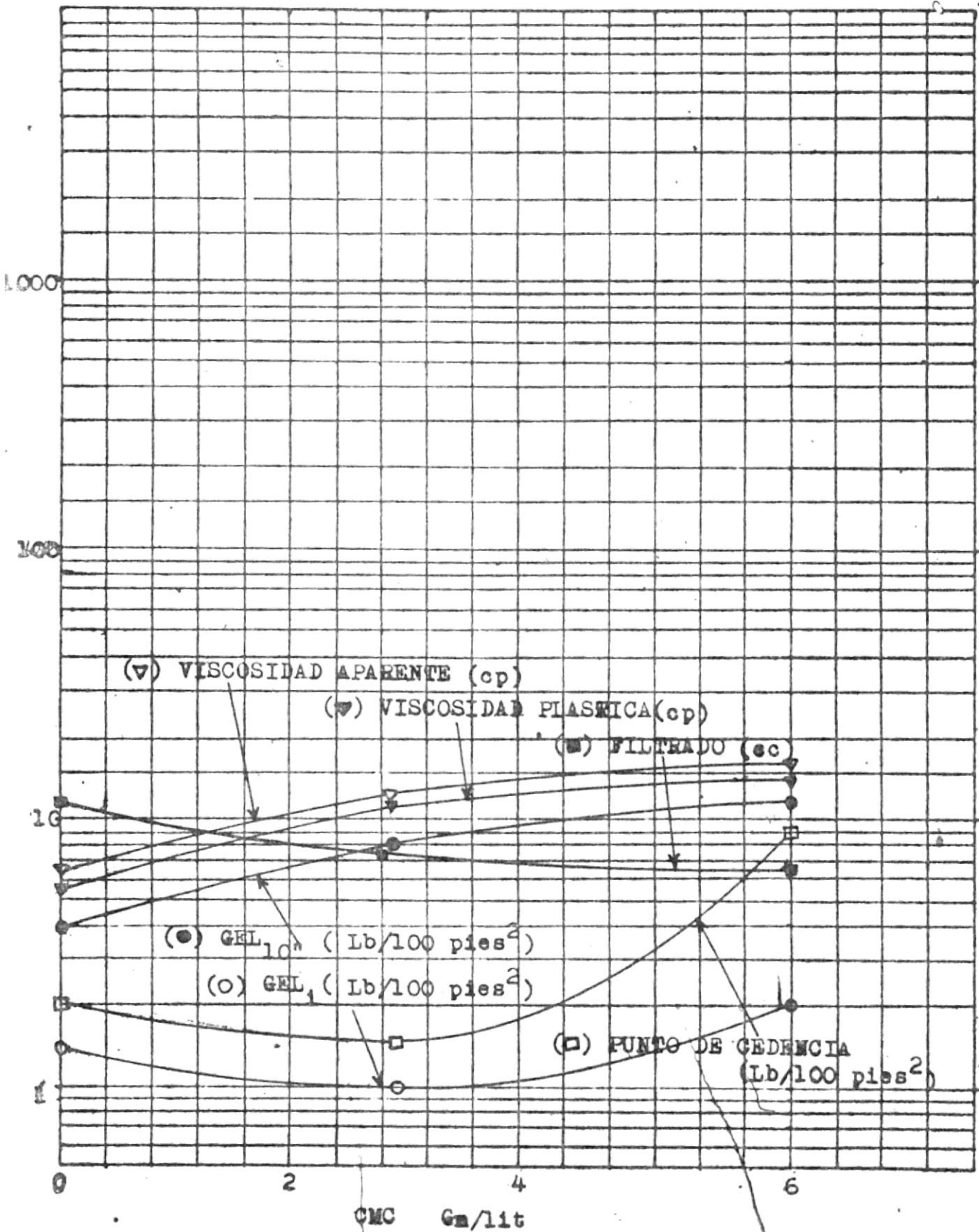
(14 Gm/lit de SPERCENE + 0.0 CMC vs $SO_4Ca.2H_2O$)



GRAFICOS
(CUADRO 16)

LODOS BASE YESO PREPARADOS
SOBRE SUSPENSIONES DE MIL GEL AL 6%

(18 Gm/lit de $SO_4Ca.2H_2O$ + 14 Gm/lit de Spercene Va CMC)





BIBLIOTECA

CAPITULO N° 7,

LODOS SALADOS

Son lodos cuyos contenido de sal es superior a los 10.000 ppm. Se clasifican según la cantidad de sal que contienen y al agua fuente de dicha sal.

A.- Según la cantidad de sal en ppm.

- 1.- Lodos saturados de sal (315.000 ppm. de sal)
- 2.- Lodos salados (sal sobre las 10.000 ppm. pero inferior que saturación).

B.- Según la fuente de agua salada

- 1.- Lodos de agua salobre.
- 2.- Lodos de agua de mar.

Los lodos de agua saturada de sal son generalmente usados en la perforación de capas de sal masiva o domos salinos y previenen el ensanchamiento excesivo de los pozos por disolución del material. Son también usados como fluidos de completación.

Los lodos salados son a menudo el resultado de las perforaciones de formaciones con sal. Estos lodos contienen generalmente de 3.000 a 100.000 ppm. de sal, dependiendo esta cantidad del volumen de sal perforado y del agua dulce utilizada para su dilución. Se los usa para perforar formaciones con lutitas hidratables por su alto poder de inhibición, y cuando se desea lodo de bajo contenido de sólidos con suficiente densidad sin añadir barita como densificante.

La sal incorporada a una suspensión bentonítica sódica actúa inicialmente como un agente de floculación acompañada de una elevación excesiva de las viscosidades y gelatinosidades. El control de las

propiedades deseadas en lodos de este tipo, es practicable hasta para concentraciones de sal de 10.000 ppm. luego de lo cual, se hace necesario la transformación del lodo.

El mineral arcilloso atapulgita es el utilizado en la elaboración de los lodos salados, ésta proporciona en agua salada, viscosidades y gelatinosidades equivalentes a las de la bentonita en agua dulce. La estructura molecular de la atapulgita es semejante a puntas de aguja, propiedad a la que se atribuye la capacidad de ésta de hidratarse en agua salada.

Los lodos hechos con atapulgita se caracterizan por pérdidas de agua anormalmente altas; la aplicación de almidones o CMC previenen y controlan este efecto. Los almidones pueden utilizarse en todos los tipos de lodos salados no así el CMC que resulta ineficaz en lodos con concentraciones de sal superiores a 35.000 ppm.

Los dispersantes más efectivos en lodos salados son los lignosulfonatos de calcio (IMCO-Cal, Kembreak, Lixnox) y los lignosulfonatos modificados (Imco - VC - 10).

La sosa caústica es utilizada en lodos salados para mantener su pH entre 9 y 11, generalmente requieren gran cantidad de materia - debido a la tendencia de la sal de neutralizar el lodo, además la sosa caústica efectúa estas otras funciones:

- A.- Remueve el exceso de Ca libre.
- B.- Reduce la corrosión por la sal.
- C.- Actúa como antiespumante.

Es posible emulsificar el lodo salado la adición de diesel o aceite crudo.

PRUEBAS DE LABORATORIO.-

1.- Se efectuaron pruebas de laboratorio utilizando atapulgita (Salt-Gel) adicionada a soluciones saladas conteniendo 35.000 ppm. y - 315.000 ppm. de sal. Sobre estas soluciones se agregó la atapulgita a concentraciones variables de trabajo con $ph=10$.

El procedimiento seguido fué:

Agua + sal + 15 minutos de agitación + Salt-Gel + 20 minutos de agitación + sosa + 20 minutos de agitación + 24 horas de añejamiento + pruebas.

Los resultados de los análisis se dan en el cuadro 17 y curvas correspondientes.

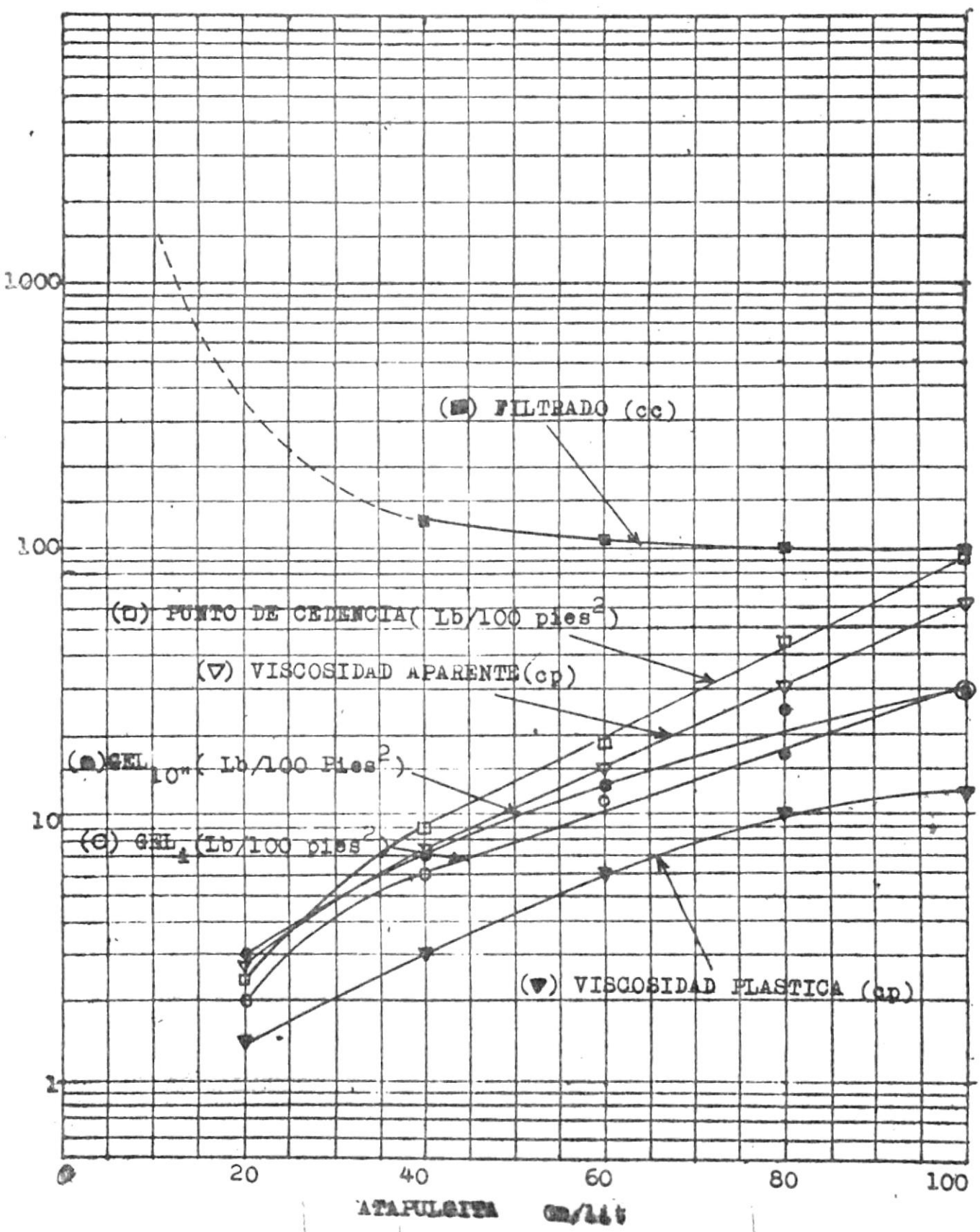
2.- Sobre un lodo al 7% de Salt-Gel añejado durante 24 horas, con concentraciones de sal de 35.000 y 315.000 ppm. y con ph ajustado a 10, se agregaron cmc. y almidón a concentraciones variables. El procedimiento fue el siguiente:

Agua + sal + 10 minutos de agitación + salt-gel + 20 minutos de agitación + almidón o cmc a concentraciones variables + 30 minutos de agitación + solución de sosa al 15% hasta llevar $ph=10$ + 20 minutos de agitación + 10 horas de añejamiento + pruebas.

Los resultados de las pruebas se dan en el cuadro 18 y curvas correspondientes.

GRAFICOS
(CUADRO 17)

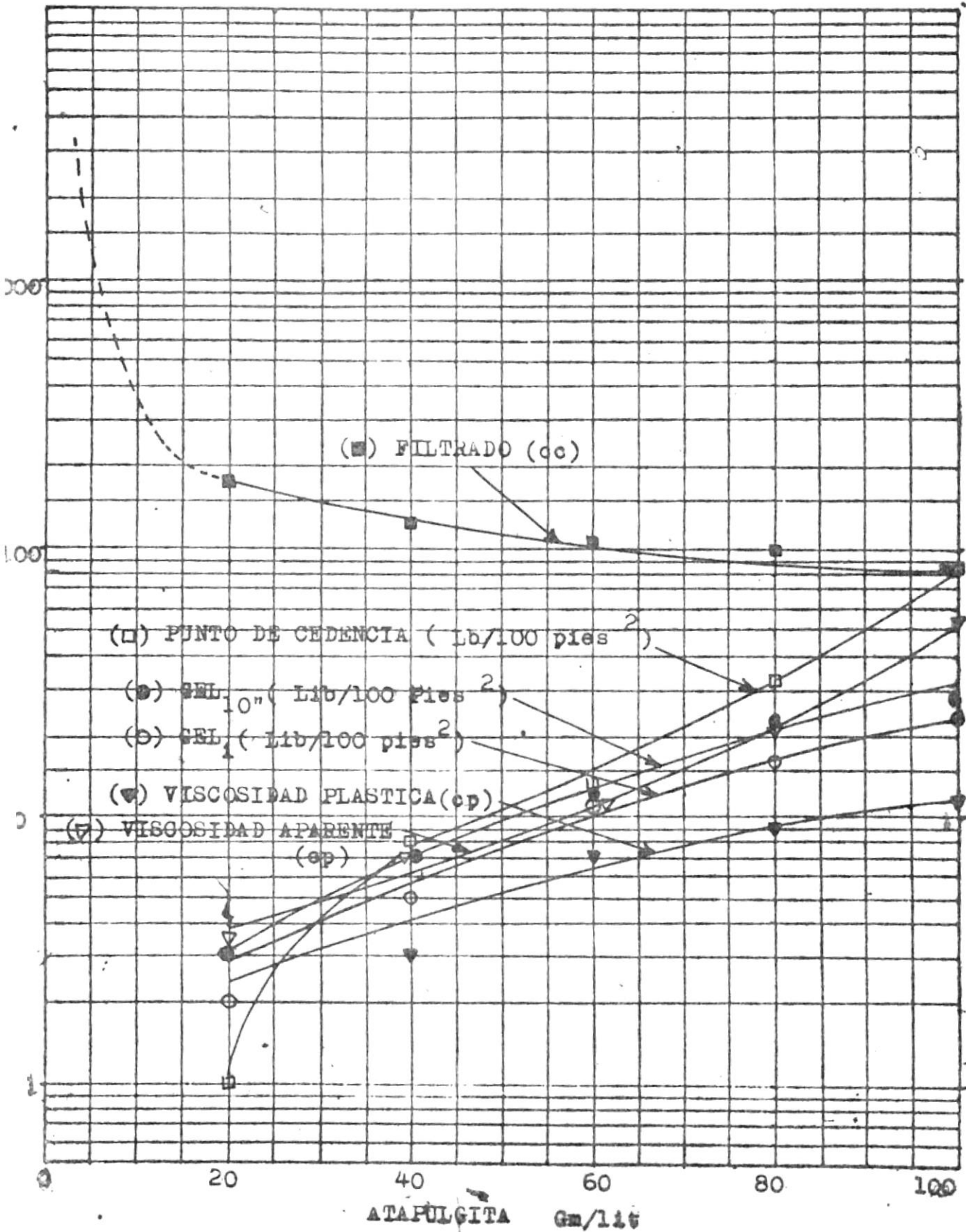
SUSPENSIONES DE ATAPULGITA PREPARADAS SOBRE AGUA DESTILADA CONTENIENDO 35.000 P.P.M. de ClNa



GRAFICOS
(CUADRO 17)

Continuacion

SUSPENSIONES DE ATAPULGITA PREPARADAS SOBRE AGUA DESTILADA CONTENIENDO 315,000 P.P.M. de ClNa



C U A D R O N° 18

LODOS SALADOS

70 gm ATAPULGITA/LIT.

Cl Na CMC gm/Lit.	35.000 PPM					315.000 PPM				
	1.5	3.0	4.5	0.0	0.0	1.5	3.0	4.5	0.0	0.0
ALMIDON Gm/Lit.	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0	0.0	0.0	0.0	3.0	6.0
L600	7.0	15.5	28.0	41.0	56.0	11.0	21.0	43.0	30.0	58.0
L300	4.0	8.5	16.0	38.0	47.0	6.5	11.0	24.5	25.0	47.0
Vp	3.0	7.0	12.0	3.0	9.0	4.5	10.0	18.5	5.0	11.0
Pc	1.0	1.5	4.0	35.0	38.0	2.0	1.0	6.0	5.0	36.0
Va	3.5	7.75	14.0	20.5	28.0	5.5	10.5	21.5	15.5	29.0
Gi	0.0	1.0	1.0	15.0	21.0	1.0	1.0	1.0	18.0	19.0
G10	0.0	1.5	1.0	22.0	25.0	3.0	1.5	1.5	19.0	40.0
FILT	22.0	9.8	6.8	41.6	15.0	67.4	10.6	5.6	37.4	15.3
ENJ	0.5	0.25	0.2	3.0	2.0	3.0	0.5	0.2	2.0	2.0

9.0

65.0

51.0

14.0

37.0

32.5

22.0

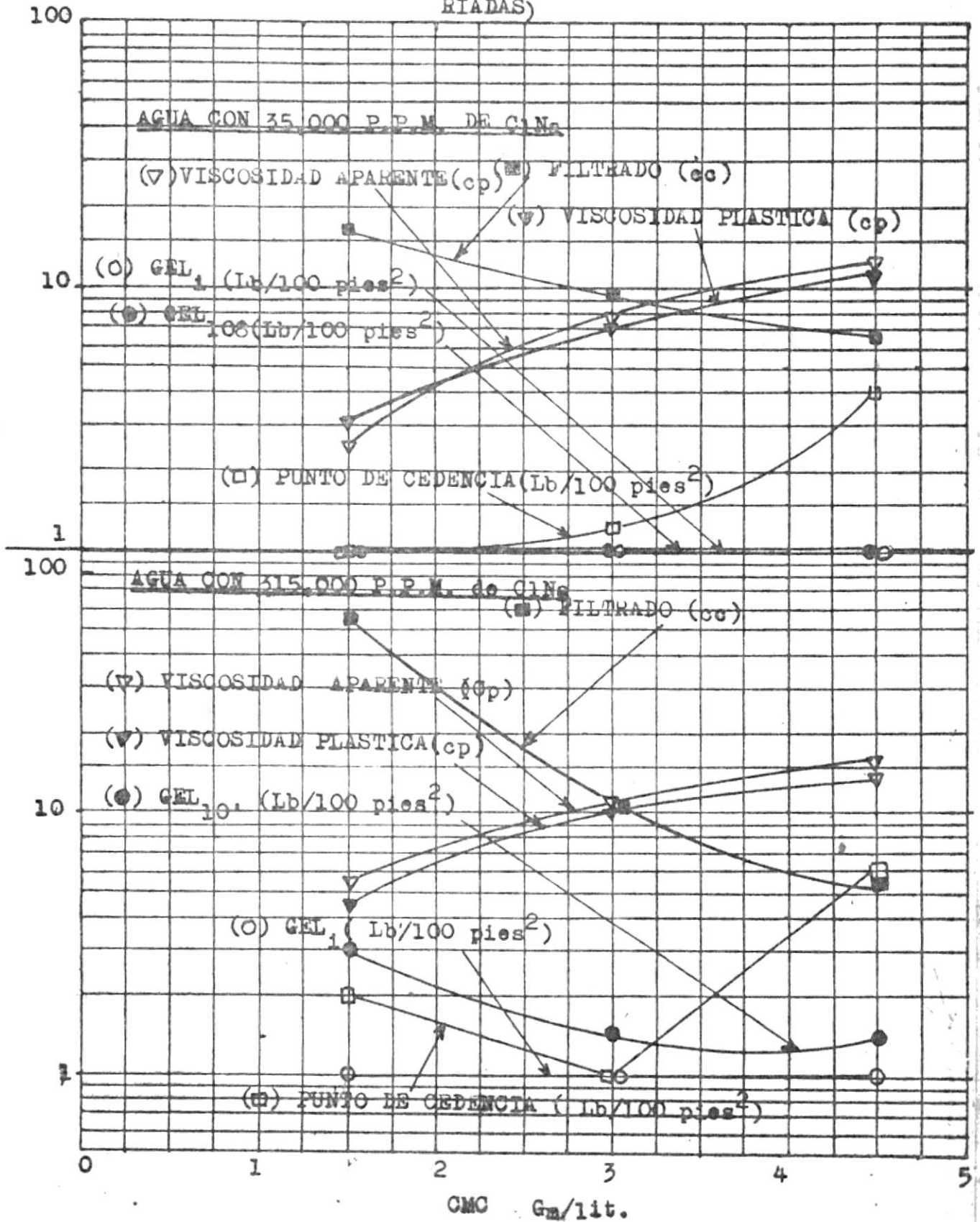
44.0

6.8

2.0

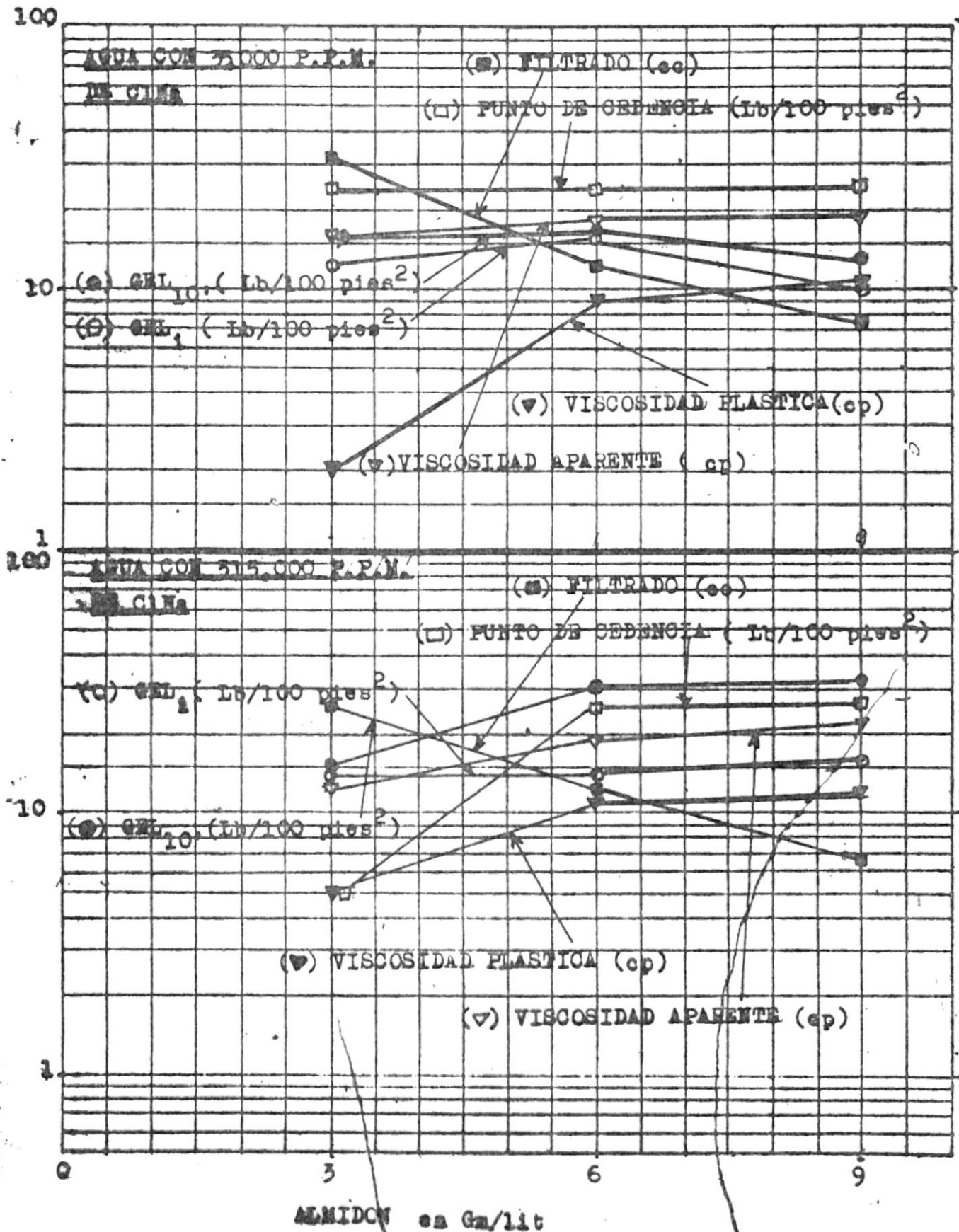
GRAFICOS
(CUADRO 18)

LODOS SALADOS (SUSPENSION DE
ATAPULGITA AL 7% EN AGUA DESTI
LADA MAS CMC EN PROPORCIONES VA
RIADAS)



GRAFICOS
(CUADRO 18)

LODOS SALADOS (SUSPENSION DE
ATAPULGITA AL 7% EN AGUA DES-
TILADA MAS ALMIDON EN PROPOR-
CIONES VARIADAS.





CAPITULO N° 8

LODOS EMULSIONADOS

Las emulsiones son sistemas constituidos por dos fases líquidas inmiscibles, una de las cuales está dispersa en la otra en forma de pequeñas gotas. En la industria de lodos de perforación son utilizados dos tipos de emulsiones:

- A.- Emulsiones de aceite en agua (directas)
- B.- Emulsiones de agua en aceite (inversas)

EMULSIONES DIRECTAS.-

Los lodos de emulsión directa son aquellos formados por una fase continua de agua y otra dispersa de aceite finamente dividido. Las ventajas de estos sobre los que no contienen aceite se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 1.- Menor Filtrado.- Las partículas de aceite actúan como sólidos y contribuyen a la formación del enjarre.
- 2.- Incremento de la Rata de Penetración.- El aceite disminuye la fricción de la tubería contra el agujero.
- 3.- Incremento de la vida de las brocas.- El aceite actúa como lubricante de estas.
- 4.- Reducción de la potencia necesaria para la perforación.- Por reducción del torque.
- 5.- Reducción del tiempo de perforación.- Las brocas tienen mayor duración y se evitan viajes frecuentes.
- 6.- Mejor limpieza del pozo.- La velocidad de circulación aumenta por la reducción de fricción.
- 7.- Previenen el embolamiento de las brocas.
- 8.- Ayudan a proteger los niveles productivos.

- 9.- Previenen las pérdidas de circulación.- Gracias a las bajas densidades que pueden obtenerse.
- 10.- Mejor conservación del calibre del pozo.

Las emulsiones de aceite en agua utilizadas en lodos de perforación deben ser estabilizadas con agentes emulsificantes. Las teorías acerca de la forma en que estos actúan no dan explicaciones muy satisfactorias. Se cree que uno o la combinación de varios de los siguientes factores actúan estabilizando las emulsiones:

- 1.- Decenso de la tensión interfacial.
- 2.- Formación de películas insolubles.
- 3.- Absorción de partículas sólidas.

CLASES DE EMULSIONES DIRECTAS.-

- 1.- EMULSIONES MECANICAS.- El proceso de formación de estas emulsiones consiste en la intercalación en la interface agua-aceite de sustancias que actúan como agentes de separación mecánica. Entre estas tenemos:
 - a.- Sólidos, arcillas.
 - b.- Almidones, gomas, cmc.
 - c.- Lignitos.

Un gran porcentaje de las emulsiones directas utilizadas en lodos son del tipo mecánico, la estabilidad de estas a elevadas presiones es relativamente bajo por la tendencia de las gotitas de aceite a fusionarse con la presión, además, una floculación de las arcillas por contaminación u otras causas origina la separación del aceite. Se puede añadir que estas emulsiones no remojan muy fácilmente en aceite las partes metálicas.

- 2.- EMULSIONES QUIMICAS.- En estos sistemas la separación de la interface aceite-agua es originada por el arreglo de moléculas polariza

das que forman estructuras estables. Las ventajas de estas últimas sobre las mecánicas son:

- a.- Mejor estabilidad a condiciones de altas temperaturas y presión.
- b.- Mayor facilidad en la preparación.
- c.- Mayor poder de mojar las partes metálicas.
- d.- Mayor acción limpiadora.

Los principales emulsificantes del tipo químico son:

- a.- Lignosulfonatos.
- b.- Jabones de ácidos grasos.
- c.- Sulfonatos de petróleo.
- d.- Agentes activos de superficie.
- e.- Agentes mezclados iónicos no iónicos.

Tipos de aceite usados en emulsiones directas.-

A.- Aceite Diesel (especificaciones)

- 1.- Alto número de anilina, 1550 más. El uso de diesel con número de anilina bajos deteriora las partes de caucho.
- 2.- Gravedad específica de 28-36°API.
- 3.- Alto punto de ignición.
- 4.- Bajo punto de fluidez.

B.- Aceite Crudo (especificaciones)

- 1.- Alto número de anilina 9155 o más)
- 2.- Baja gravedad específica.
- 3.- Sin contaminaciones.

EMULSIONES INVERSAS.-

En estas emulsiones el agua se presenta en forma de pequeñas gotas dispersas en una fase continua de aceite. Actualmente se cuenta con sistemas de lodos de emulsión inversa de gran eficacia a elevadas

presiones y temperaturas. El contenido de agua puede ser hasta del 75% y elevaciones de su densidad por la adición de materiales densificantes también es posible.

Las características generales de los lodos de emulsión inversa son:

VISCOSIDADES.-

En general las viscosidades se mantienen en valores mayores que en los correspondientes lodos base agua y están íntimamente ligadas a la relación aceite/agua.

A menor relación aceite/agua mayores valores de viscosidades.

A mayor relación aceite/agua menores valores de viscosidades.

PODER DE SUSPENSION.-

Depende de la relación G_i/G_{10} , siendo mayor el poder de suspensión cuanto mayor sea esta relación. Algunos sistemas están diseñados de tal forma que la gelatinosidad a 10 minutos sea el doble que la inicial, obteniéndose con esto resultados aceptables.

DENSIDAD.-

A los lodos de emulsión inversa es posible tratarlos con barita a fin de incrementar su densidad. Aunque el incremento de la cantidad de sólidos disminuye la estabilidad de la emulsión es posible obtener pesos de hasta 18 Lb/galón.

COMPOSICION DE LOS LODOS DE EMULSION INVERSA.-

Los lodos de emulsión inversa están compuesto esencialmente por dos fases, una continua de aceite y otra discontinua de agua, de una emulsificante y de un estabilizador de la emulsión. El emulsificante tiene la función de proporcionar al agua una elevada tensión superficial que le permite dispersarse en pequeñas esferas dentro del medio aceitoso. Cada

una de las casas fabricantes de estos lodos proporcionan fórmulas de composición propias. En término generales los emulsificantes más utilizados son: jabones de aceite de pino de calcio o metales pesados, aceites resinosos, ácidos grasos, etc. Estos generalmente solubilizados en agua y acompañados con estabilizadores tales como óxido de etileno, aminas, amidas, etc.

El aceite usado en la preparación de lodos de emulsión inversa es generalmente diesel, algunas veces mezclado con aceite crudo o residuo. De acuerdo a la calidad del aceite usado será necesario efectuar una prueba piloto para determinar su aplicabilidad. Se utilizan aceites de 30° a 40° API con bajos puntos de fluidez y elevadas temperaturas de ignición.

El agua utilizada según el caso puede ser dulce, de mar, saturada con sal, con Cl_2Ca .

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LODOS DE EMULSION INVERSA.-

A.- VENTAJAS.-

- 1.- No presentan peligros de incendio.
- 2.- Las bajas gelatinosidades permiten un mas fácil manejo.
- 3.- No hidrata las arcillas perforadas.
- 4.- Bajo costo de mantenimiento.
- 5.- Poca tendencia a retener en suspensión burbujas de gas.
- 6.- Pueden ser preparados con densidades inferiores a las de los lodos base agua.
- 7.- Fácil manipulación.
- 8.- Filtrado cero.

B.- DESVENTAJAS.-

- 1.- Puede ocurrir inestabilidad por:

- a.- Exceso de agua
- b.- Exceso de sólidos
- 2.- Cuando se requieren variaciones radicales de las propiedades hay que cambiar completamente el sistema.
- 3.- Gran trabajo de preparación.
- 4.- Altos costos iniciales de fabricación.
- 5.- Menos versátiles que los lodos base agua.

PRUEBAS DE LABORATORIO.-

EMULSIONES DIRECTAS.- Con el objeto de establecer el comportamiento de los lodos de emulsión directa, tomando como ejemplo dos tipos de lodos muy comunes, fueron preparadas en el laboratorio muestras de lodos cálcicos y rojos, a las que se adicionó Diesel de 39°API y 68°C de temperatura de inflamación. Las muestras fueron elaboradas de la siguiente manera:

Para lodos rojos: agua destilada + Mil Gel (6%) + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento + quebracho (6 gm/lit) + 15 minutos de agitación + diesel + 30 minutos de agitación + pruebas.

Para lodos cálcicos: agua destilada + Mil Gel (6%) + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento + quebracho (10 gm/lit) + 15 minutos de agitación + cemento (50 gm/lit) + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento a condiciones ambiente + pruebas.

EMULSIONES INVERSAS.- Fueron preparadas en el laboratorio muestras de lodos de emulsión inversa utilizando como lodo base el fabricado por la Compañía Drilex de Mexico. El proceso de elaboración fue el siguiente:

Aceite Diesel de 39°API y temperatura de inflamación de 68°C + Drilex (emulsificante) + 15 minutos de agitación en multimixes + agua salada al 5% + 15 minutos de agitación + drilox (estabilizador)

+ 15 minutos de agitación + barita.

El objeto de estos ensayos de laboratorio fue el de establecer el comportamiento general de los lodos de emulsión inversa cuando:

- 1.- Varía la relación aceite/agua (cuadro 20)
- 2.- Varía la densidad del lodo (cuadro 21)

Para el primer caso fueron preparados lodos de emulsión inversa utilizando cantidades constantes de emulsificantes y estabilizador (drilex 2 ml/lit y drilox 3 gm/lit a la que se dió relaciones aceite/agua de 50/50, 60/40 y 70/30.

Para el segundo caso se tomó como lodo de referencia uno con relación aceite/agua de 50/50, con ml/lit de drilex y con 3 gm/lit de drilox, haciendo variar a éste su densidad por adición de barita.

Resultados se dan en los cuadros 20-21 y curvas adjuntas.

C U A D R O N° 19

LADOS DE EMULSION DIRECTA PREPARADOS SOBRE LADOS CALCICOS

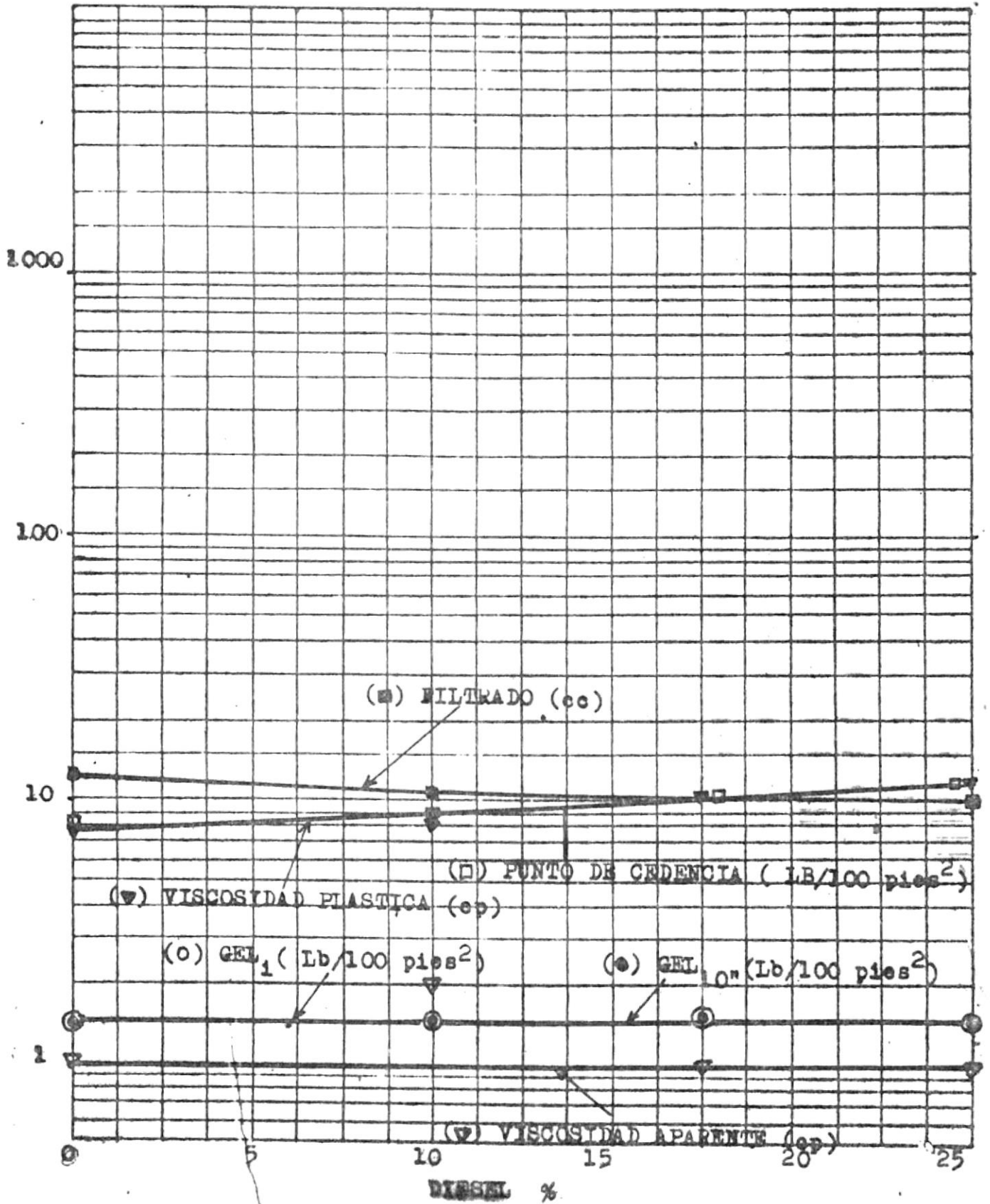
Y ROJOS CON UN 6% DE MIL GEL

CEMENTO gm/Lit	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
QUEBRACHO gm/Lit	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
DIESEL %	0.0	10.0	17.5	25.0	25.0	0.0	10.0	17.5	25.0	25.0	25.0
L600	16.0	18.0	22.0	29.0	29.0	18.0	22.0	23.5	27.0	27.0	27.0
L300	8.5	10.0	11.5	15.0	15.0	10.5	13.0	13.0	16.0	16.0	16.0
Vp	7.5	8.0	10.5	14.0	14.0	7.5	9.0	10.5	11.0	11.0	11.0
Va	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	3.0	4.0	2.5	5.0	5.0	5.0
Pc	8.0	9.0	11.0	14.0	14.0	9.0	11.0	11.75	13.5	13.5	13.5
Gi	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
G10	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
FILT	15.8	12.5	11.6	10.8	10.8	11.4	8.2	8.0	6.4	6.4	6.4
ENJ	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

GRAFICOS
(CUADRO 19)

LODOS DE EMULSION DIRECTA PRE-
PARADOS SOBRE LODOS CALCICOS (MIL GEL 6%)

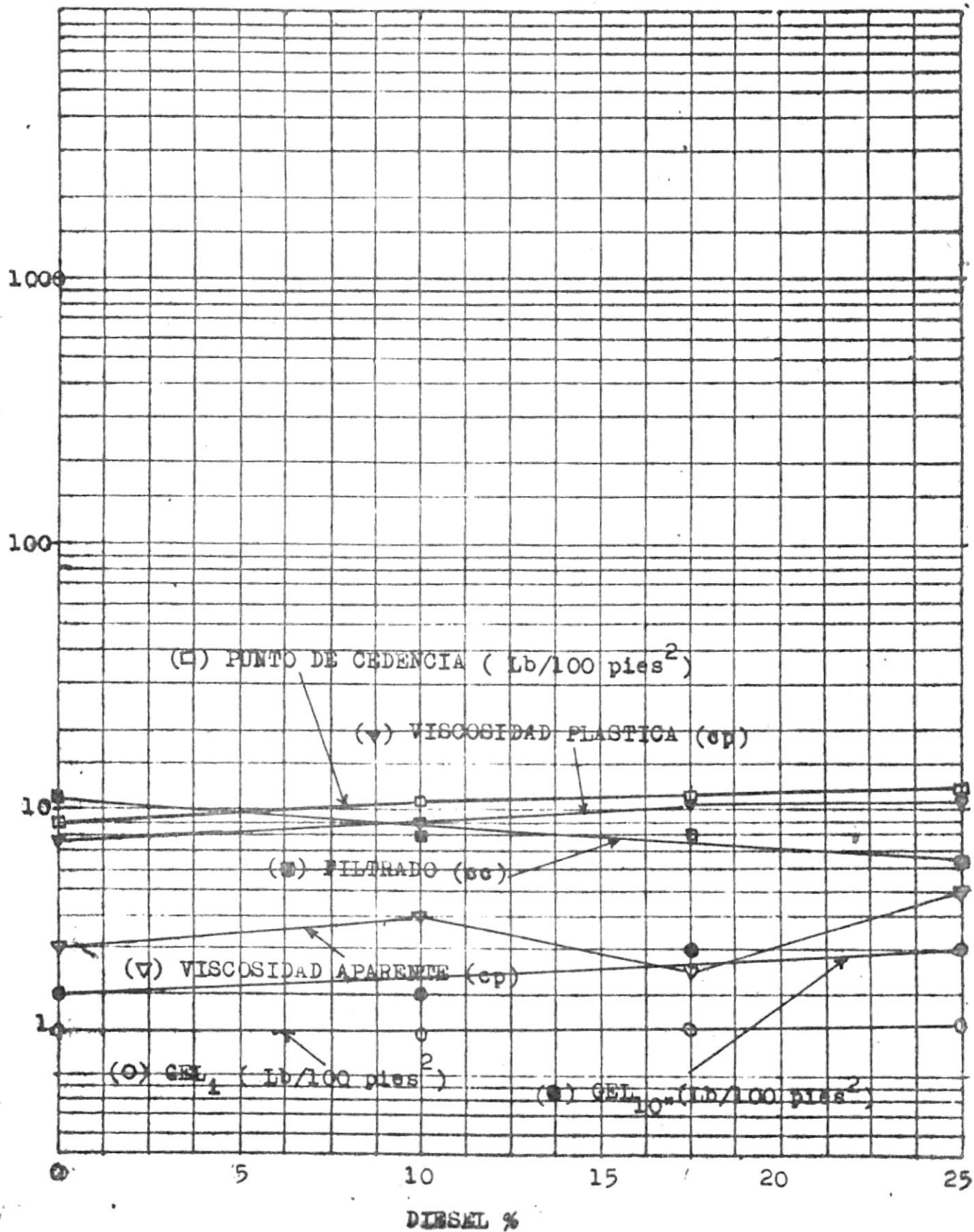
(50 Gm/lit de cemento + 10 Gm/lit de Quebrache
Vs Aceite diesel)



GRAFICOS
(CUADRO 19)

LODOS DE EMULSION DIRECTA PREPARADOS
SOBRE LODOS ROJOS (SUSP. DE MIL GEL AL 6%
mas QUEBRACHO)

QUEBRACHO 6Gm/lit



CUADRO N° 20

LODOS DE EMULSION INVERSA CON RELACIONES ACEITE/

AGUA VARIABLES

DRILOX cc/lit	2	2	2
DRILEX gm/lit	3	3	3
RELACION ACEITE/AGUA	50/50	60/40	70/30
L600	50.0	40.5	28.0
L300	30.0	23.0	16.0
Vp	20.0	17.5	12.0
Pc	10.0	5.5	4.0
Va	25.0	20.25	14.0
Gi	6.5	4.0	3.0
G10	10.5	8.5	5.5
FILT.	0.0	0.0	0.0
FILT. APT	3.0	4.0	6.5
ENJ. APT	SUAVE	SUAVE	SUAVE

CUADRO N° 21

LODOS DE EMULSION INVERSA (RELACION ACEITE/AGUA

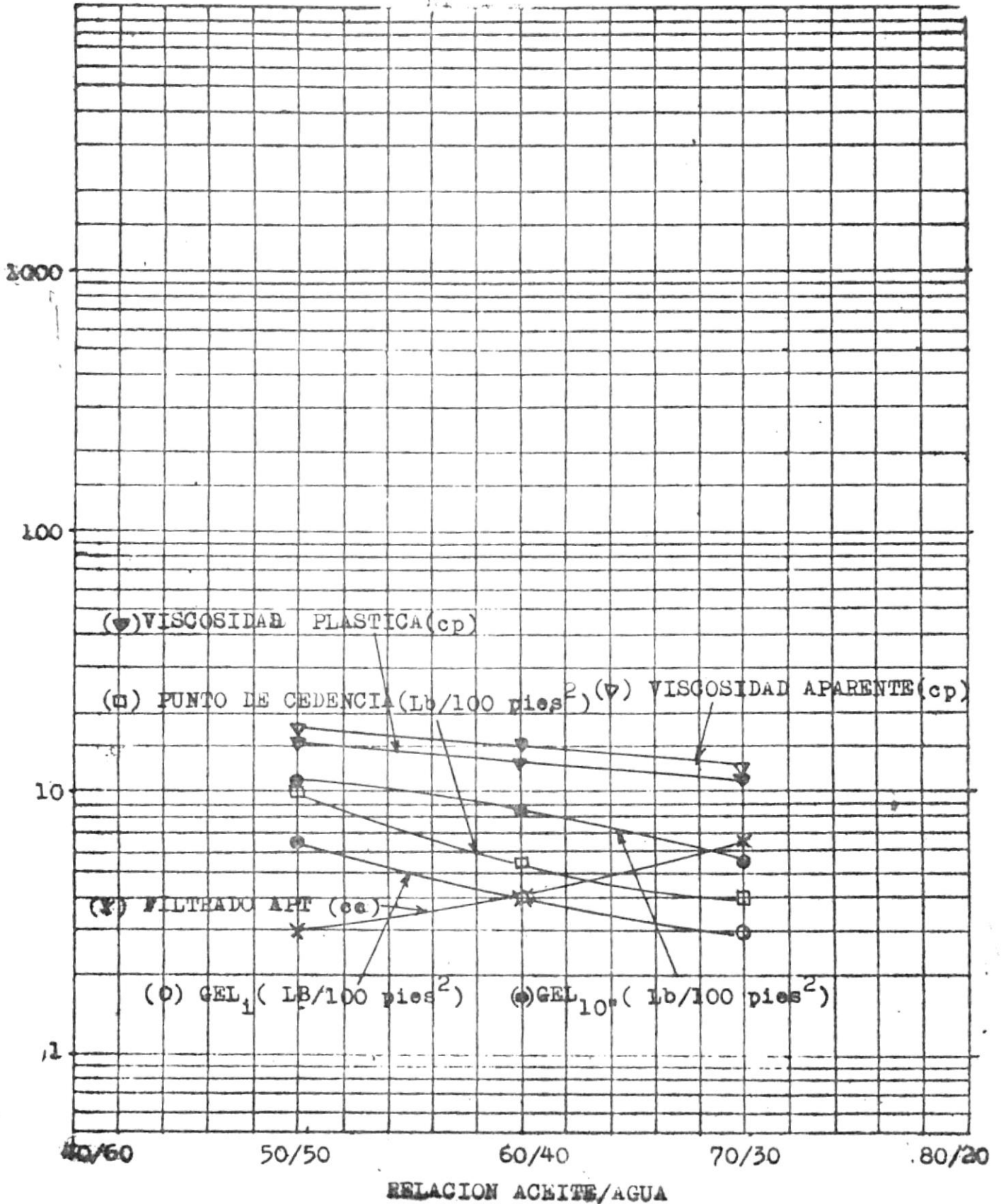
50/50) CON DENSIDADES VARIABLES

DENS.	0.95	1.20	1.60	2.0
L600	50.0	68.0	114.0	150.0
L300c	30.0	40.0	66.0	90.0
Vp	20.0	28.0	48.0	60.0
Pc	10.0	12.0	18.0	30.0
Va	25.0	24.0	52.0	75.0
Gi	10.5	30.0	62.0	72.0
G10	10.0	78.0	106.0	120.2

GRAFICOS
(CUADRO 20)

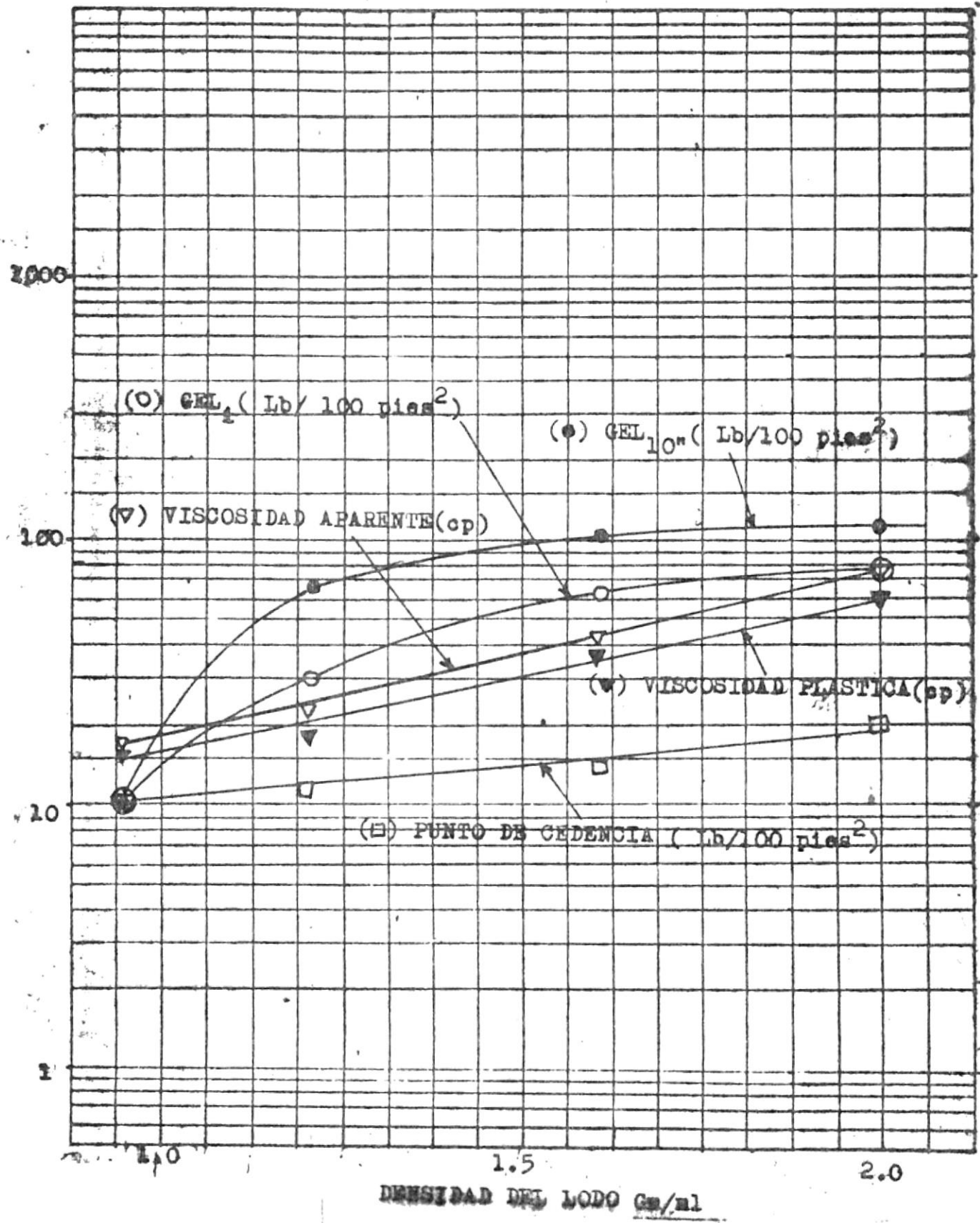
LODOS DE EMULSION INVERSA, SIST,
DRILEX

RELACIONES ACEITE/ AGUA VARIABLES



GRAFICOS
(CUADRO 21)

Lodos de Emulsion Inversa Sistema Drilex
Densidades Variables





BIBLIOTECA

CAPITULO N° 9

COMPORTAMIENTO DE LOS LODOS ANTE LAS
CONTAMINACIONES Y TEMPERATURA

Cada uno de los diversos sistemas de lodos de perforación -
presentan comportamientos propios ante la presencia de contaminan-
tes y temperatura, bajo el presente capítulo se lucieron pruebas de
laboratorio encaminadas a determinar el efecto que los factores d-
nunciados tienen en:

- A.- Lodos CLS (cromolignosulfonado) emulsionados.
- B.- Lodos tratados con cal emulsionados.
- C.- Lodos de emulsión inversa (drilex).

Las contaminaciones fueron de:

Arcillas	0 - 20 y 30%
Agua dulce	0 - 20 y 40%
Cl Na	0 - 20.000 - 40.000 p.p.m.
Yeso	0 - 2.000 - 6.000 p.p.m. de Ca.
Cemento	0 - 2.000 - 6.000 p.p.m. de Ca.

PREPARACION DE LOS LODOS BASE.-

Lodo CLS emulsionado.- Procedimiento: agua destilada + stock
B-18 (15%) + 30 minutos de agitación en multimixes + 1 día de añeja--
miento a condiciones ambiente + CLS (2 gm/lit) + 20 minutos de agita-
ción + diesel (15%) + 30 minutos de agitación + barita en cantidad su-
ficiente para densificar el lodo a 1.50 gm/ml + 15 minutos de agita--
ción.

Lodos tratados con cal emulsionado.- Procedimiento: agua des

tilada + Mil Gel (6%) + 30 minutos de agitación en multimixes + 1 día de añejamiento + quebracho (7 gm/lt) + 15 minutos de agitación + cemento (4 gm/lt) + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento + NaOH % suficiente para elevar el pH a 10.5.

Lodos de emulsión inversa (Sistema Drilex). - Procedimiento: fue preparado el lodo base siguiendo la fórmula de elaboración indicada por la Compañía Drilex de Mexico: 462 ml. de aceite diesel de 39° API y temperatura de inflamación de 68°C + 26,8 ml. de drilex + 15 minutos de agitación en multimixes + 326,8 mililitros de agua salada al 5% + 15 minutos de agitación + 30 gm. de drilox + 15 minutos de agitación + barita en cantidad suficiente para densificar a 1.50.

ADICION DE LOS CONTAMINANTES. -

Sobre los lodos base fueron agregados los contaminantes de la siguiente manera:

Lodo base + arcillas + 20 minutos de agitación + 1 día de añejamiento + pruebas.

Lodo base + agua dulce + 10 minutos de agitación + pruebas.

Lodo base + Cl Na + 15 minutos de agitación + pruebas.

Lodo base + yeso + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento = pruebas.

Lodo base + 30 minutos de agitación + 1 día de añejamiento + pruebas.

ESTUDIO DEL EFECTO CON LA TEMPERATURA. - METODOS DE ANALISIS:

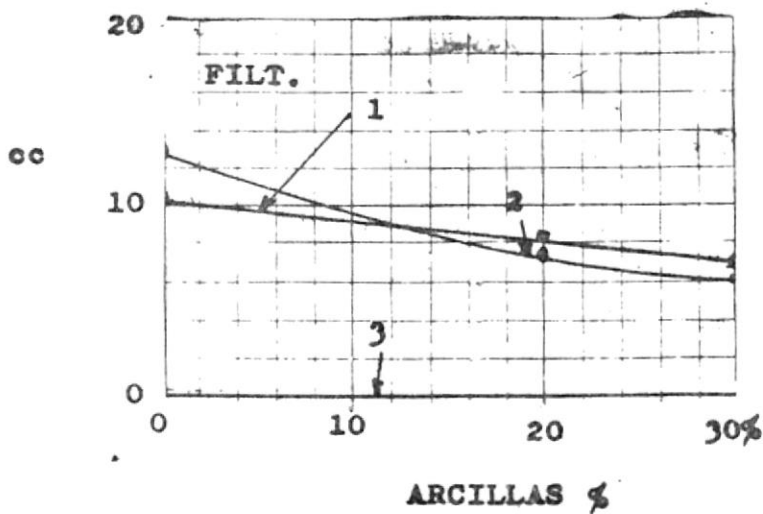
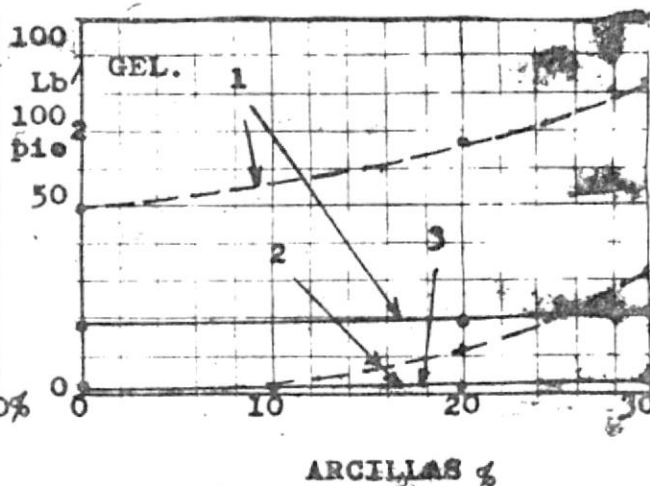
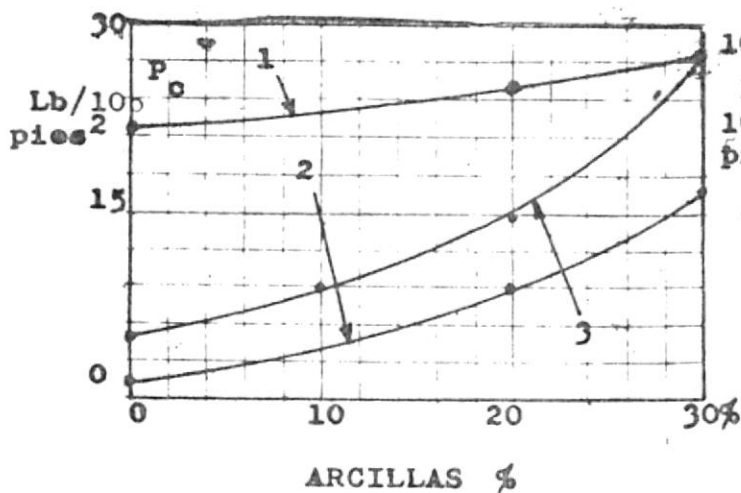
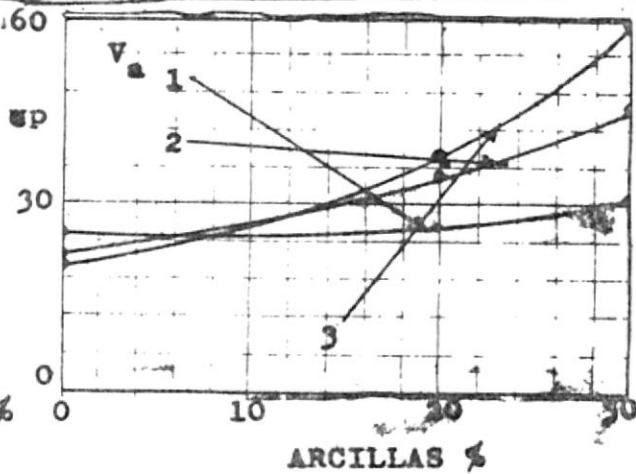
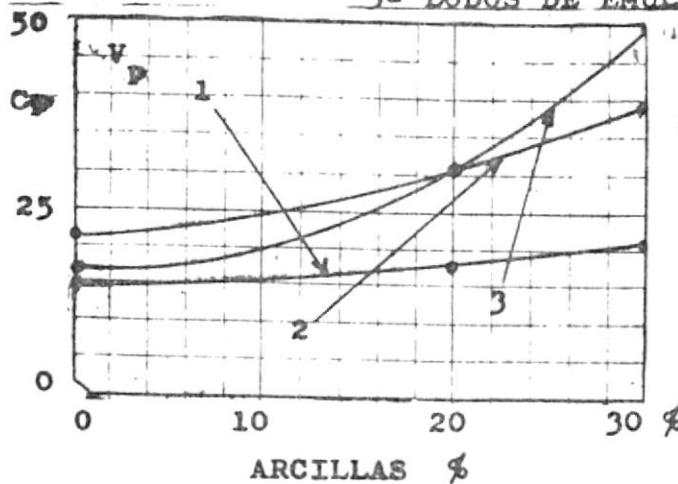
Muestras de lodos base preparados según lo indicado fueron colocadas en celdas térmicas especibles donde fue posible medir sus propiedades a diversas temperaturas. Estas pruebas fueron realizadas a presión atmosférica.

RESULTADOS

Los resultados de las pruebas efectuadas se presentan en los gráficos siguientes.

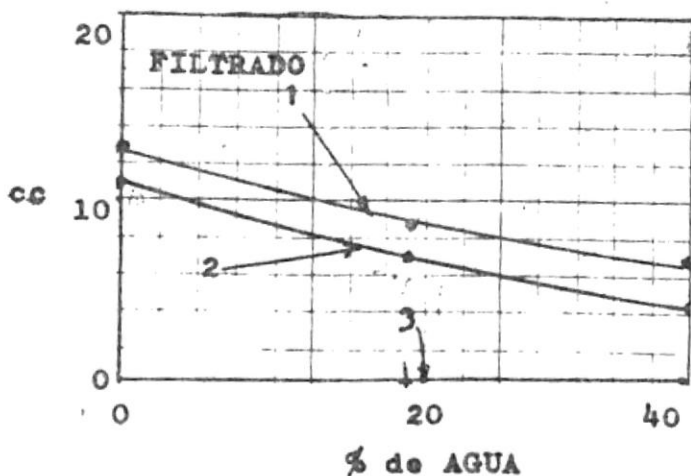
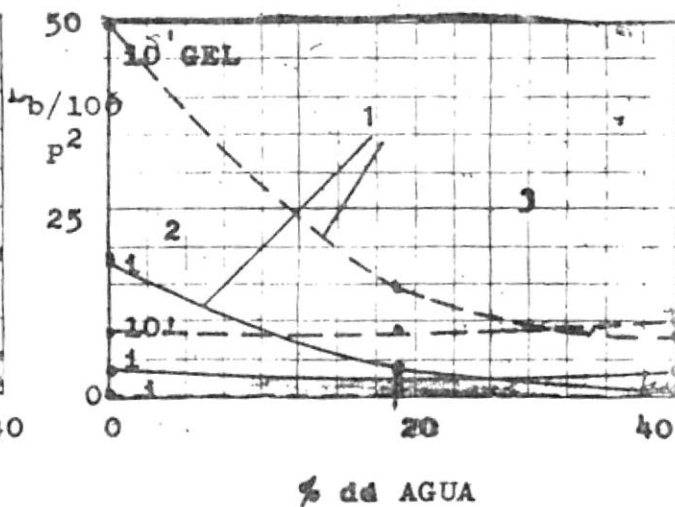
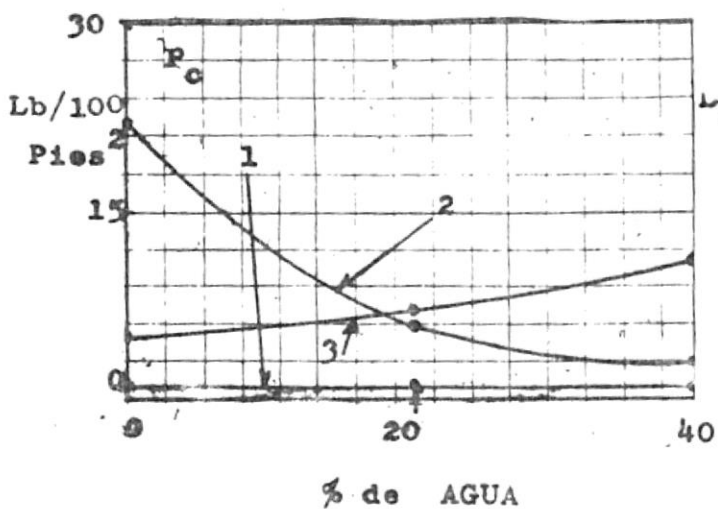
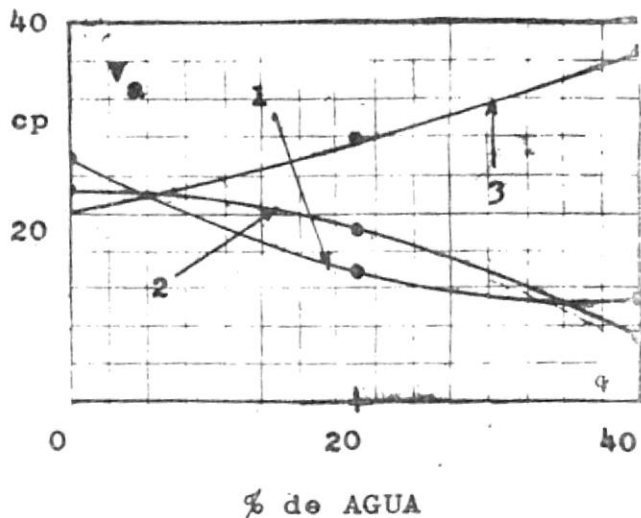
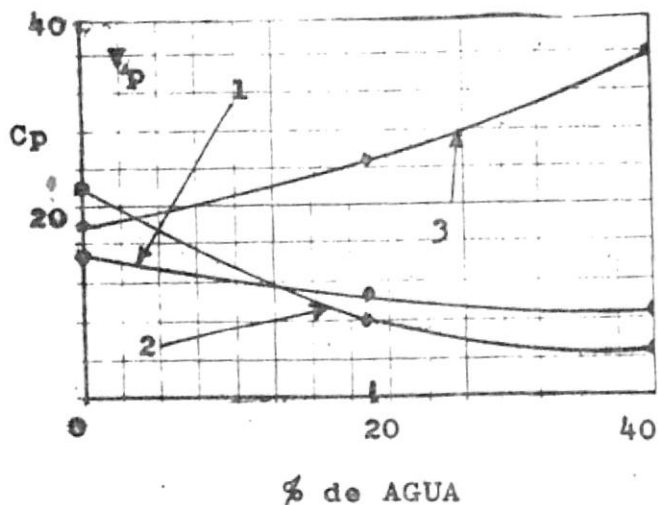
EFFECTO DE LA CONTAMINACION CON
ARCILLAS EN LOS LODOS.

- 1- LODOS CON CLS EMULSIONADOS.
2- LODOS TRATADOS CON CEL EMULSIONADOS.
3- LODOS DE EMULSION INVERSA.



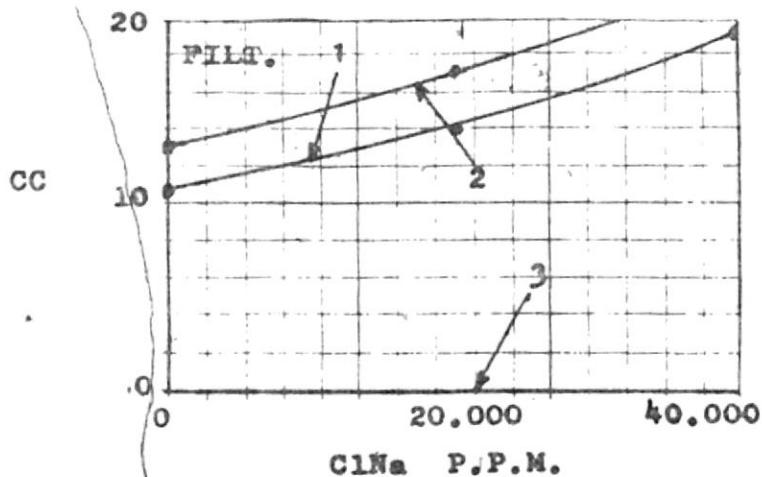
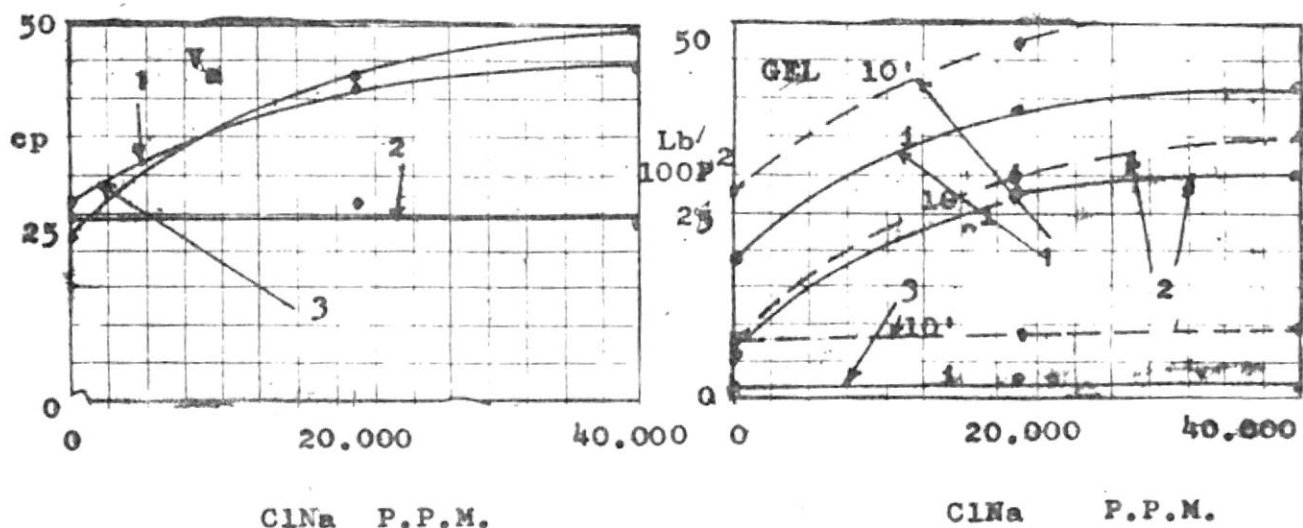
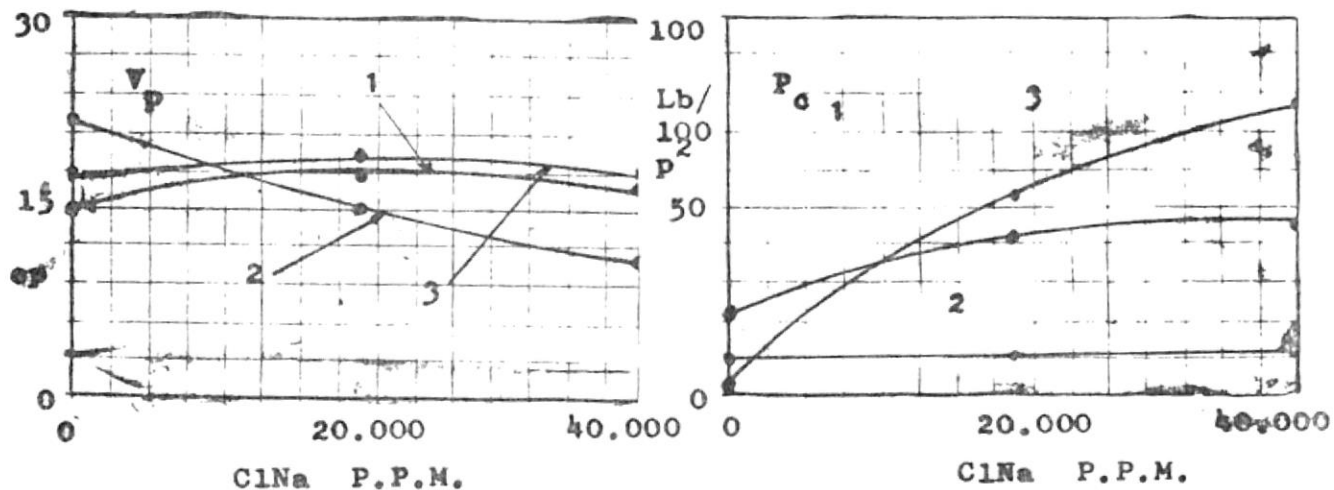
EFFECTO DE LA CONTAMINACION CON AGUA DULCE EN LOS LODOS

- 1- Lodos con CLS emulsionados.
- 2- Lodos tratados con cal emulsionados.
- 3- Lodos de emulsion inversa.



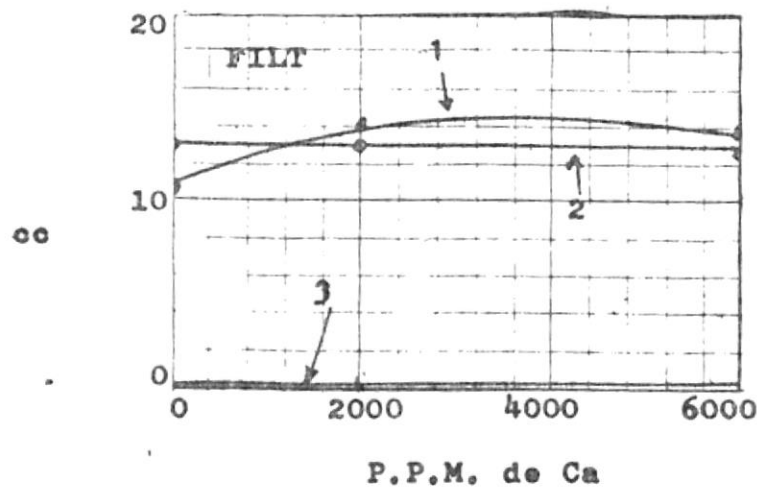
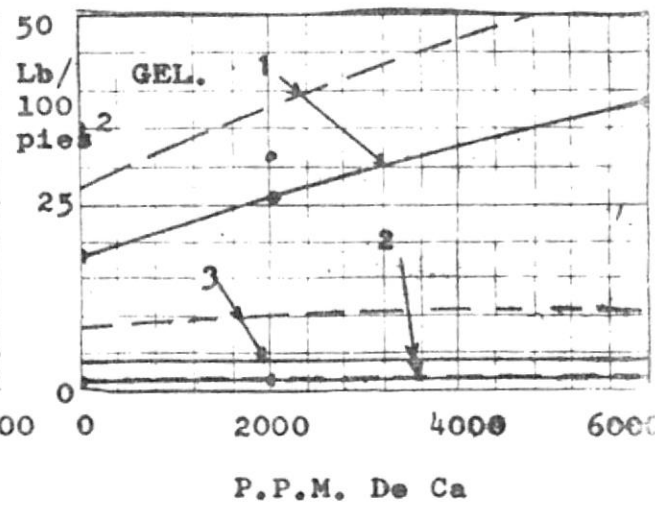
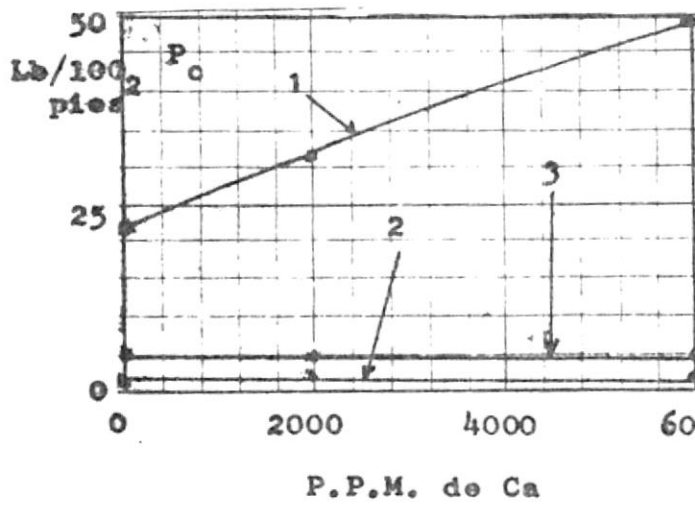
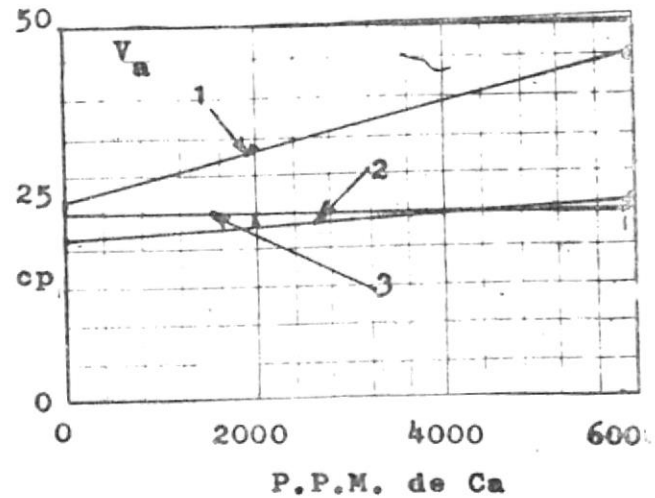
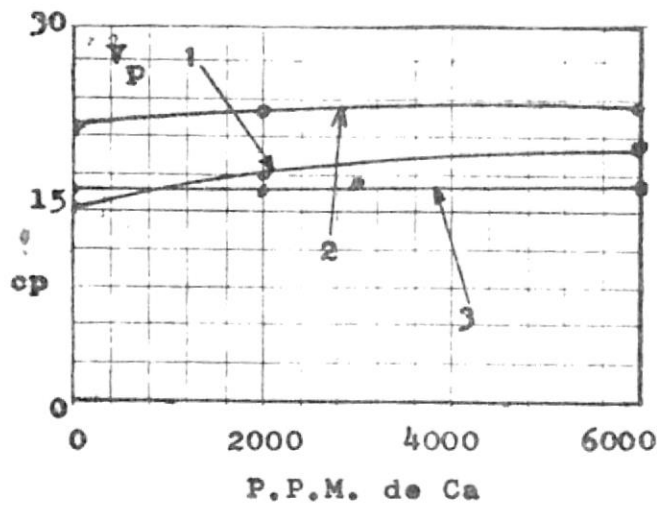
EFECTO DE LA CONTAMINACION CON
CLORURO DE SODIO EN LOS
LODOS

- 1- LODOS CON CLS EMULSIONADOS
- 2- LODOS TRATADOS CON CAL EMULSIONADOS
- 3- LODOS DE EMULSION INVERSA



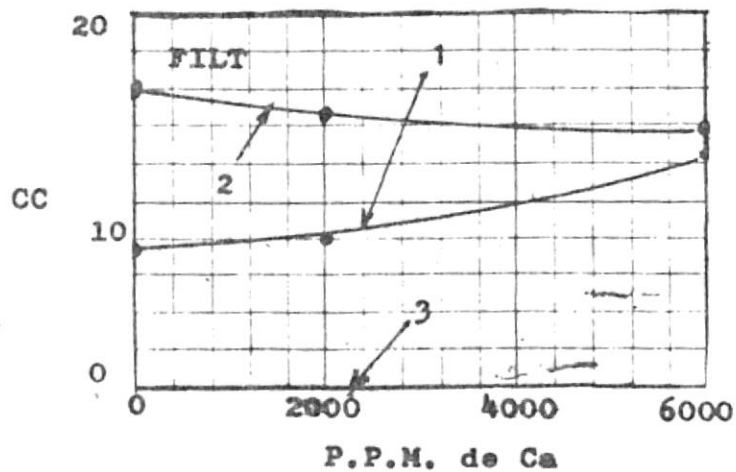
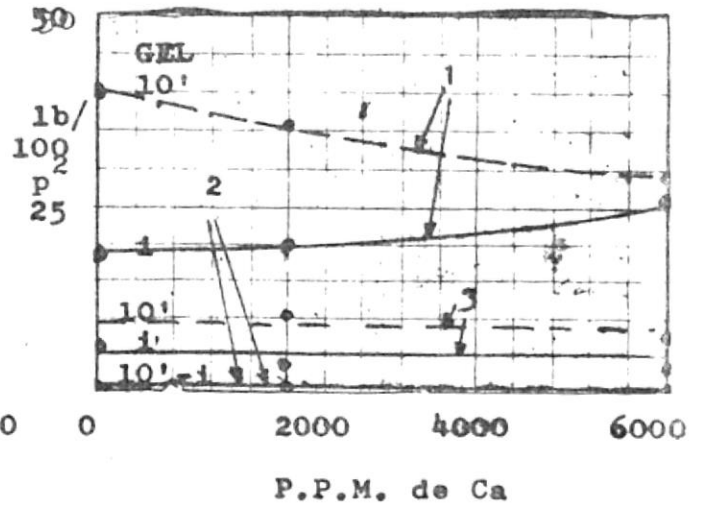
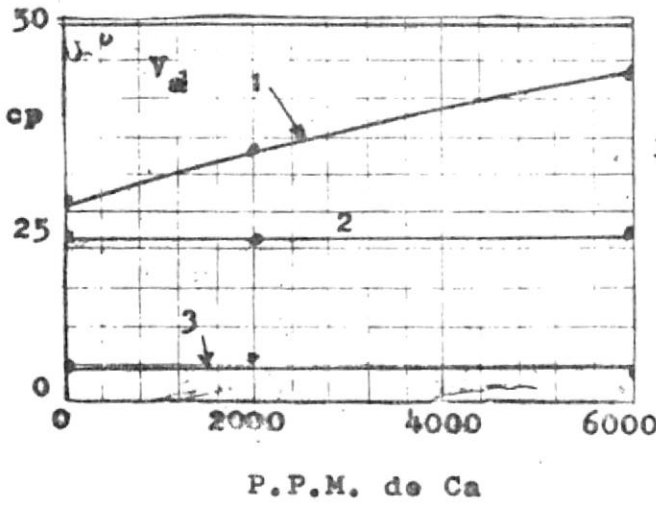
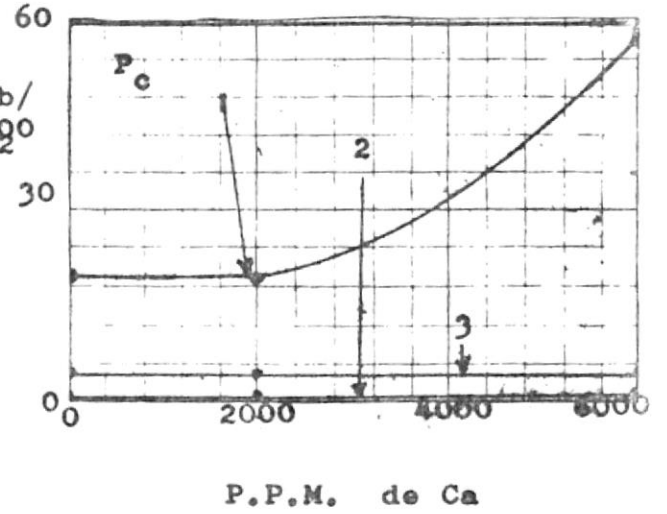
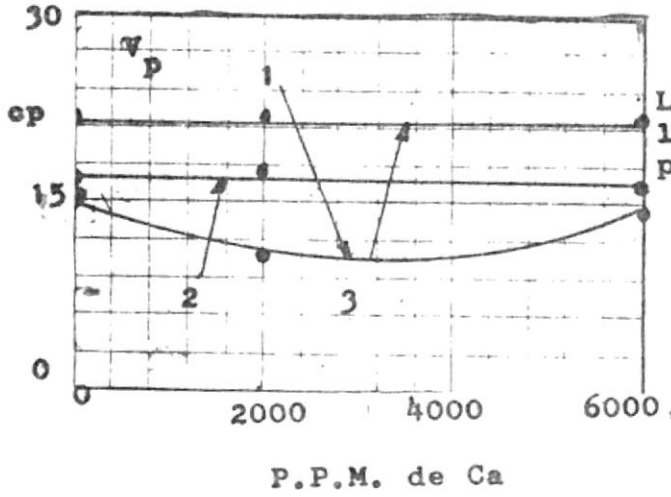
EFECTOS DE LA CONTAMINACION CON YESO EN LOS LODOS

- 1- LODOS CON CLS EMULSIONADOS.
- 2- LODOS TRATADOS CON CAL AMULSIONADOS.
- 3- LODOS DE EMULSION INVERSA



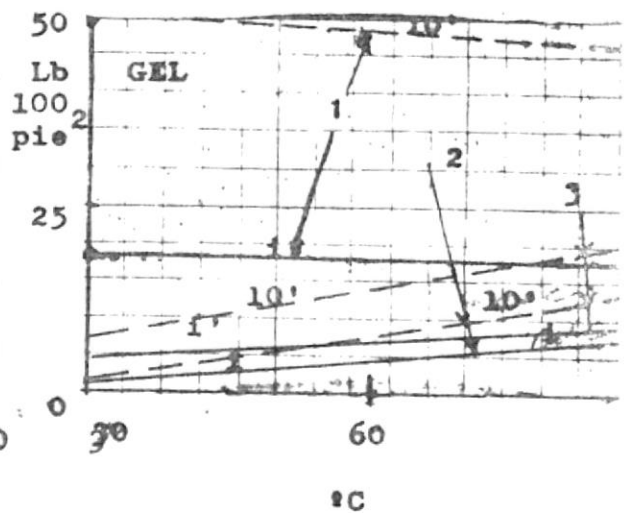
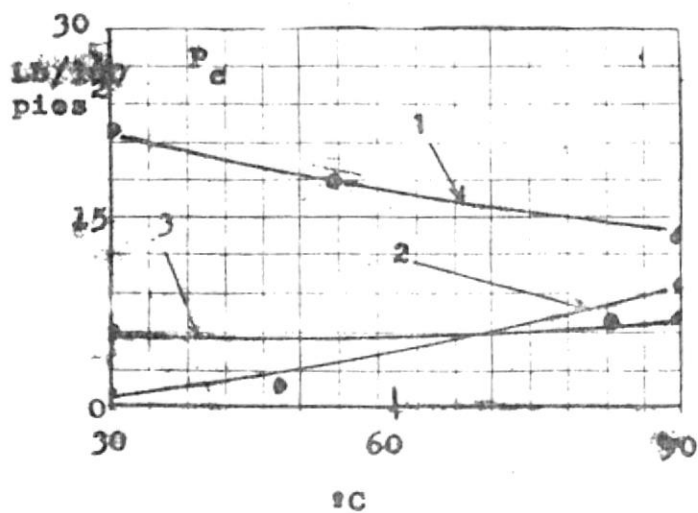
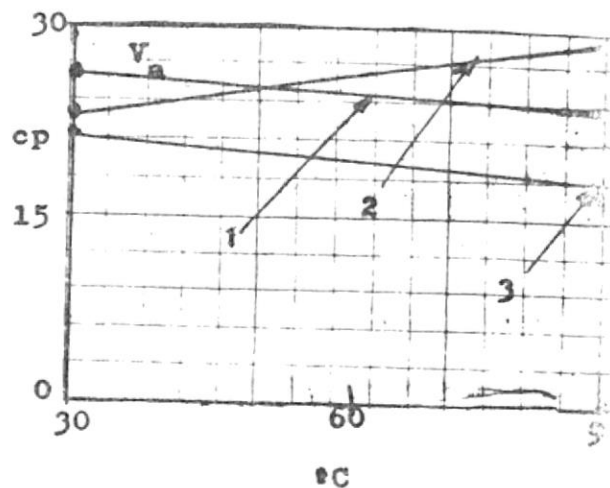
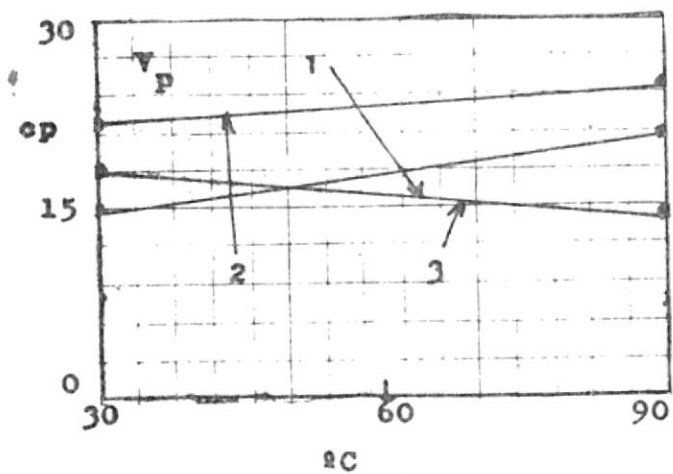
EFECTO DE LA CONTAMINACION CON CEMENTO EN LOS LODOS.

- 1- LODOS CON CLS EMULSIONADOS.
- 2- LODOS TRATADOS CON CAL EMULSIONADOS.
- 3- LODOS DE EMULSION INVERSA.



EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LADOS

- 1- LADOS CON CLS EMULSIONADOS
- 2- LADOS TRATADOS CON CAL EMULSIONADOS
- 3- LADOS DE EMULSION INVERSA.



BIBLIOTECA

PRACTICAS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LOS LODOS.-.

La industria de lodos de perforación requiere disponer de materiales que ofrezcan un rendimiento óptimo y que cumplan con los requisitos indispensables para poder ser usados. El control de calidad de los aditivos resulta indispensable si se considera que el uso de materiales deficientes puede acarriar serios problemas en la perforación y aún la pérdida de los pozos. Inicialmente, las compañías perforadoras adquirían aquellos que cumpliesen con los requisitos de calidad impuestos por ellas mismas pero posteriormente, después de varios intentos por unificar las normas de calidad, la American Petroleum Institute (A.P.I.) creó el comité 13 en standardización de materiales para fluidos de perforación en pozos de petróleo, el cual cubrió la mayor parte de los materiales dándoles especificaciones propias.

La lista de materiales utilizadas en fluidos de perforación es relativamente grande, una consideración individual de las normas de calidad de cada uno de ellos puede obtenerse de la publicación -- Standard 13 del API, División of Production, Dallas, Texas. A continuación, a manera de ejemplo, se dan las especificaciones API para Barita y Bentonita.

BARITA.- ESPECIFICACIONES API.-

Requerimientos Físicos y Químicos

- Gravedad específica 4.20 mínimo
- Metales alcalinos terrosos solubles como el calcio 200 ppm. máximo
- Residuo en U.S. Tamiz 200 3.0% máximo

Los métodos de análisis son:

Gravedad específica: Método de Chatelier.

Metales alcalino terreos solubles: Titulación del filtrado con versenato luego de haber agitado 100 gm. de barita en 100 ml. de agua destilada hasta alcanzar el equilibrio.

Análisis Granulométrico (vía húmeda): Secar el residuo después de lavar 50 gm. de barita en 350 ml de agua destilada a travez de mallas U.S. 200 y 325.

BENTONITA.-

Requerimientos físicos y químicos:

- Viscosidad plástica 8 cp. mínimo
- Filtrado 14.0 cc. máximo
- Análisis granulométrico vía húmeda:
- Residuo en Camis U.S. 200 2.5
- Humedad 12% máximo

La viscosidad plástica y el filtrado deberán ser determinados de una suspensión de 21 gm. de la bentonita en 350 ml. de agua destilada.

El filtrado será de 100 psi. utilizando un filtro de pruebas de 3" standard.

La viscosidad plástica por un viscosímetro de indicación directa.-

El análisis granulométrico (vía húmeda) se efectuará secando el residuo en la malla al lavar 10 gm. de bentonita agitada en 100 ml. de agua a travez del tamiz.

La humeddd se determinará observando la pérdida de peso al secar 10 gm. de arcilla a 220°F y a peso constante.

CONCLUSIONES

Los cuadros y curvas obtenidos experimentalmente y presenta dos en este libro, constituyen una información que proporciona una idea general de comportamiento de los lodos bajo las condiciones a que fueron sometidos. Logicamente los datos obtenidos de los ensayos sobre lodos en un laboratorio donde existe la gran dificultad de reproducir en todos sus detalles las condiciones del campo, no constituyen una medida cuantitativa de sus propiedades sino una información aproximada de su comportamiento general. La importancia de la obtención de estos gráficos radica principalmente en poder -- disponer de ellos cuando se desee estimar con razonable aproximación las tendencias de los lodos de producción al ser sometidos a determinadas condiciones.



BIBLIOTECA

RECOMENDACIONES

Las curvas de comportamiento general de los flúidos de perforación constituyen una interesante información utilizable por el Ingeniero de Lodos para poder decidir sobre el tipo de lodo que utilizará, estimar el efecto de determinados problemas en su lodo y el tratamiento más adecuado para su resolución, etc.

Los datos experimentales tendrán, utilizando estimaciones estadísticas, mayor aproximación a la realidad, mientras más ensayos se efectúen, además, con el fin de obtener un registro completo del comportamiento de los lodos, se hace necesario el considerar el mayor número de variables. Para el primer caso se recomienda efectuar nuevos experimentos sobre los ya hechos y por estadística aproximar los resultados; para el segundo es necesario tomar las variables no consideradas en la tesis y trabajar con ellas.



BIBLIOTECA

APLICACIONES DE LA INVESTIGACION

SOBRE FLUIDOS DE PERFORACION EN ECUADOR

Con el auge actual que la industria petrolera ha adquirido en el Ecuador, se hace necesario atender de una forma inmediata to dos los requerimientos técnicos que de ella se derivan, utilizando en lo posible personal y equipo propios. En la perforación de los pozos petrolíferos, los fluidos de perforación constituyen parte - fundamental para el éxito o el fracaso de la operación, por lo tan to, una atención técnica adecuada en estos, encaminada a su estu- dio especialmente cuando determinados problemas de campos solicitan de la investigación en laboratorios. Además, la potencialidad del país como abastecedor de la materia prima utilizada en lodos de per- foración podrá ser investigada al contar con los medios necesarios para hacerlo. Los resultados de una labor de esta índole son evi- dentes, fuentes de trabajo e ingresos, prevención de fugas de capi- tales, etc. y en general, un decidido aporte al progreso nacional.



BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA

W.F. Rogers. *Composition and properties of oil well Drilling Fluids* (New York, Mc. Graw Hill Book Co. Inc.).

Drilling mud reference manual. Baroid Division National Lead Co.

Drilling mud Data Book. Baroid Division, National Lead Co.

Boletín R.P. 29 de API.

Boletín. *Control de las Viscosidades y Punto de Cedencia de los Lodos de Emulsión Inversa Drilex - Drilex de Mexico S.A.*

Manual de Normas SP - SQ - 1 y SP - SQ - 2 - Primer Congreso de especialistas en el control de fluidos de perforación.

Mud Engineering. - Editado por la Magcobar.



BIBLIOTECA

INDICE

	<u>Página</u>
Introducción	3
Lodos de Arcilla y Agua	5
Efecto de la adición de material densificante (Barita) en las propiedades de Lodos Arcilla-Agua	13
Efectos del pH en lodos Bentoníticos - Sódicos.	19
Efectos de la contaminación con Cloruro de Sodio en lodos Bentoníticos-Sódicos	23
Efectos de la contaminación con calcio en lodos bentoníticos sódicos.	28
Lodos tratados con calcio.	39
Lodos Salados.	53
Lodos Emulsionados	58
Comportamiento de los lodos ante las contaminaciones y temperaturas	67
Prácticas de control de calidad de los principales componentes de los lodos	70
Conclusiones	72
Recomendación	73
Aplicación de la investigación sobre fluidos de perforación en el Ecuador	74
Bibliografía	75

