

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**COMPARACION DEL METODO AZUL DE METILENO
Y LOS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO IONICO
EN MEZCLAS DE ARENA DE MOLDEO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
METALURGICO**

**P R E S E N T A :
OLGA RUFINA MONCAYO VELAZQUEZ**



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

CAPITULO I

Pág.

INTRODUCCION

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

- La Industria	I
- Arcilla e intercambio catiónico	4
- Medición de la capacidad de intercambio catiónico	II
- Influencia del pH	15
- Concentración de la solución de azul de metileno	16
- Ventajas y desventajas del método de acetato de amonio	16

CAPITULO 3

PARTE EXPERIMENTAL

- Explicación general	17
- Preparación de soluciones	21
- Equipo utilizado y métodos	18
- Método de azul de metileno	20
- Determinación de Na y K por flamometria	22
- Determinación de Ca mas Mg por titulacion con EDTA	23
- Preparación de mezclas	25
- Método de compactabilidad	26
- Método de resistencia a la compresión	27
- Cálculo de arcilla efectiva	28

CAPITULO 4	Pág.
RESULTADOS EXPERIMENTALES	29
CAPITULO 5	
DISCUSION Y CONCLUSIONES	37
APENDICE	42
BIBLIOGRAFIA	

CAPITULO I
INTRODUCCION

INTRODUCCION

La prueba de Azul de Metileno fué desarrollada para proporcionar un valor de arcilla total en las mezclas de arena de moldeo, al seguir el procedimiento indicado en la literatura por el proveedor, sin embargo, y pese a que es una prueba rutinaria en muchas fundiciones, se han encontrado variaciones en los resultados reportados en proyectos de investigación (I) realizados en el laboratorio de arenas de la Facultad de Química que no han sido explicados por la literatura de fundición.

Se consideró necesario profundizar primeramente en la literatura química del ensayo en sí con el objeto de encontrar las características y limitaciones del método.

Uno de los primeros hallazgos fué el hecho de que el punto de viraje, que, es un poco subjetivo en el método usual, podría ser sustituido por una determinación del punto final de la reacción espectrométrica, pero con serias dificultades operativas por la presencia de la arena de la mezcla. Mas adelante se halló que la literatura química sobre esta reacción es contradictoria y tiene fuertes limitaciones desde el punto de vista químico, por lo que se decidió en este trabajo estudiar y resumir los aspectos químicos de la reacción, con la limitación de la falta de formación en el area de estudios "Organico-Arcillosos" que no es de la competencia profesional a este nivel de profundidad y por lo complejo del material arcilloso. Al mismo tiempo se proyectó y realizó una experimen_

tación inicial que permitiera corroborar y analizar los resultados obtenidos, se determinó que el método de comparación de resultados fuera el ó los que propone la literatura de intercambio catiónico, por lo que se realizan experimentalmente estas comparaciones.

Se pretende también difundir un poco más las bases químicas que sustentan el método y que no son accesibles en la literatura de fundición.

CAPITULO II
ANTECEDENTES

LA INDUSTRIA

La industria de la fundición ha utilizado arenas y minerales arcillosos como un medio de moldeo durante muchos años, métodos conocidos como moldeo en verde ó en seco. Se sabe que muchas propiedades mecánicas de la mezcla de moldeo tales como la compresión en verde, compresión en seco, en caliente, etc: dependen en gran medida de las características de la arcilla.

De acuerdo con Sanders (2) las propiedades de una arena de moldeo se ven afectadas por:

- I.- Tipo de enlace de arcilla
- 2.- La cantidad de arcilla
- 3.- Tamaño de partícula de la arcilla
- 4.- Tipos de arcillas mezclados
- 5.- Durabilidad de la arcilla
- 6.- Agua de temple
- 7.- Tiempo de molienda
- 8.- Compactación del molde
- 9.- Aditivos carbonáceos
- 10.- Aditivos inorgánicos
- II.- Cambios de la temperatura en el tiempo
- 12.- Tipo de arena

El tipo de arcilla que se utiliza principalmente como agente aglutinante es la bentonita, que esencialmente consiste en el mineral arcilloso montmorillonita y en un 10-15 % de minerales

como feldespato, cuarzo, yeso, CaCO_3 , con trazas de vidrio volcánico, mica, magnetita, pirita y otros.

El control de la arena y de las propiedades mecánicas es esencial para valorar las características de una formulación de moldeo.

Hay una gran variación en las propiedades mecánicas en mezclas de arena, preparadas con arcilla de diferentes localidades, según Sanders(2).

En la década 1960-1970 se emprendieron varios estudios sobre las relaciones que había entre los conocimientos físico-químicos de la arcilla y su efecto como aglutinante en la arena de moldeo. Estos culminaron con la teoría de que el punto óptimo de propiedades mecánicas el "temper point", coincidía con 3 capas de agua "rígida" (C.E. Wenninger(3) ó agua de estructura cristalina en las capas de arcilla que cubren los granos) y de allí se llegó a el establecimiento de una gráfica básica de control para evaluar la efectividad de la arcilla en un sistema de arena de moldeo (C.E. Wenninger(4)). Esta se basa en el conocimiento de tres valores experimentales; Compresión, Compactabilidad y Humedad.

Mediante esta gráfica podemos conocer los valores de; arcilla disponible y arcilla efectiva (el uso de la gráfica se explica en el apéndice(I)).

La arcilla efectiva .- representa la cantidad de arcilla que sería requerida en una mezcla de arena-arcilla preparada bajo condiciones preseleccionadas de molienda que producirían

las mismas relaciones de resistencia-compactabilidad que existen en el sistema de arena, esta definición de arcilla se podría considerar como un concepto mecánico de la misma, inclusive se p_ude reportarla con la definición de la condic_ión de molienda.

La arcilla latente.- es aquella que no se encuentra desarrollada y que no esta trabajando en el sistema o tam_bién una medida de la cantidad de la arcilla presente que no se ha descubierto.

La arcilla disponible.- es toda arcilla que se encuen_tra dispersa en el sistema, teóricamente debería ser consi_derada como la arcilla que se agrega al preparar el sistema, la llamamos arcilla total cuando nos referimos a la cantidad total de arcilla presente en una mezcla de moldeo, una manera de conocerla sería sumando la arcilla latente mas arcilla efectiva. De aquí surge la necesidad de conocer un método pa_ra la determinación de arcilla total.

En la literatura de fundición se menciona como el mejor método para conocerla, el de Azul de Metileno, el cual desde que surgió desplazo a los métodos tradicionales (de intercam_bio catiónico).

En las siguientes paginas se abordarán los temas de intercam_bio catiónico y el método de Azul de Metileno conforme a los reportes de literatura química encontrada con el objeto de con_tar con un marco de referencia teórico para la experimentación de esta tesis.

ARCILLAS E INTERCAMBIO CATIONICO

Wilson en Sanders(2) define a las arcillas como "los productos del intemperismo sobre las rocas de silicatos, que contengan suficientes silicatos acuosos de aluminio en una condición tal que produzcan una masa plástica o semiplástica cuando se mezclan en agua".

La definición clásica de Orton en Sanders (2) es "una arcilla es un agregado terroso o rocoso, a veces constituido por un sólo mineral, pero generalmente formado por muchos tipos. Contiene como su constituyente esencial silicato de aluminio acuoso y cuando la cantidad de éste desciende tanto que no imparte mas sus características a la masa en gran medida, la masa no puede llamarse arcilla".

En cerámica normalmente se acepta que todas las arcillas son silicoaluminatos acuosos. Grim en Sanders(2) establece "las arcillas están formadas por fragmentos muy pequeños e innumerables que tienen forma de una hoja de papel y con un diámetro de 1/5000-1/50000 de pulgada. Cada hojuela es una partícula de un mineral arcilloso. Estos minerales no arcillosos en general son granulares y no en forma de hojas. Se sabe que ciertas propiedades de las arcillas, especialmente la plasticidad, estan muy relacionadas con la presencia de partículas en forma de hojuelas".

Estructura molecular de la montmorillonita: es un mineral de capas, dos tetrahédricas de silicio que encierran una tercera de aluminio en la capa octahédrica. El Mg y el Fe

pueden reemplazar los átomos de aluminio en la capa octahédrica por sustitución isomórfica, suponiendo que el sistema estaba balanceado eléctricamente antes de la sustitución. En el caso de que sea el Mg el ión que reemplace al aluminio, hay una deficiencia de una carga positiva que debe balancearse con un catión como Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺. En forma similar la sustitución del Si⁴⁺ en las capas de silicatos por el Al³⁺ debe balancearse con un catión. También es de esperarse que el protón pueda sustituirse dentro del retículo, por lo que la estructura se desordena.

Debido a su tamaño atómico, Na⁺ y Ca²⁺ se colocan externamente al plano basal de la red, pero también pueden encontrarse en la orilla de una capa fracturada, se ha estimado que alrededor del 80% del Na⁺ y Ca²⁺ están en los planos basales y el 20% restante en las aristas de las capas. La fórmula estructural para el mineral montmorillonita es (Al, Fe_{1.67}, Mg_{0.33}) Si₄O₁₀ (OH)₂ (Na, Ca/2).

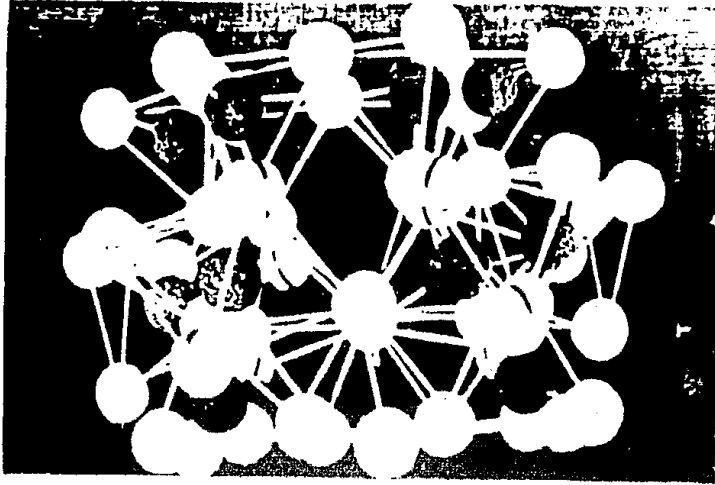


Fig. 5. Model illustrating arrangement of the constituent atoms for a montmorillonite unit layer.

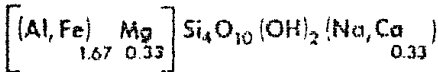
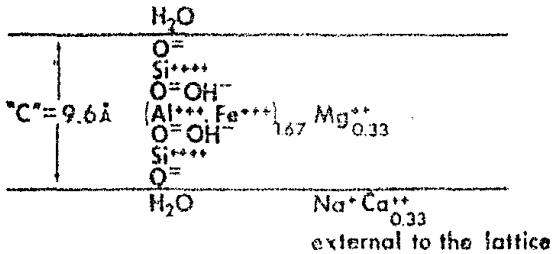


Figure 7

Fig. 7. Lattice structure for montmorillonite (bentonite) (Ross and Hendricks).

Las sustituciones interreticulares del Al por Mg son ocasionadas por el ambiente de la ceniza volcánica conforme maduraba hacia un mineral arcilloso. Los iones Na^+ , se deben a aguas salinas que cubrieron los lugares donde se habían depositado estos minerales, mientras que el Ca^{2+} posiblemente provenga de aguas fósiles.

La capacidad de intercambio catiónico la define Sanders (2) como la capacidad de los minerales arcillosos para retener cationes metálicos. No todos los iones tienen el mismo grado de afinidad, siendo el orden de preferencia $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{H}^+ > \text{Na}^+$.

El intercambio catiónico en arcillas es una reacción reversible, los cationes que se encuentran en la superficie de los minerales arcillosos y dentro de la estructura cristalina de algunos minerales pueden ser remplazados reversiblemente por los de soluciones de sales y ácidos. Algunos iones se reemplazan más fácilmente que otros.

En gran parte, los efectos de la arcilla en la arena de moldeo dependen de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes que intercambia, que están internamente relacionados a las transformaciones que pueda sufrir la arcilla, así por ejemplo, la durabilidad térmica de una arcilla está determinada por la relación Na/Ca. La bentonita de sodio natural resiste la alteración térmica, mientras que la capacidad de intercambio catiónico de la bentonita de calcio se ve destruida a una temperatura de 550 °C. Esta alteración se debe a la

pérdida de un ion hidroxilo y a temperaturas mayores ocurre un cambio en la estructura de los minerales arcillosos. Este cambio y la capacidad de intercambio catiónico influyen las propiedades en caliente, lo que se ha comprobado por la gran diferencia que se encuentra en las propiedades mecánicas cuando se evalúan a altas temperaturas las mezclas de moldeo.

Las propiedades mecánicas de una mezcla arena/arcilla/agua están gobernadas por los cationes adsorbidos como Al, Ca, Mg, K, H y Na, los cationes que se encuentran adsorbidos en los sitios de intercambio son una herramienta valiosa para determinar el estado de la arcilla en una mezcla de este tipo y la evaluación del sistema.

Algunos autores (5), sugieren que el daño por calor (y por lo tanto el cambio en la capacidad de intercambio catiónico) se debe a que se reduce la accesibilidad de algunos sitios de intercambio en la red, pues la ebullición puede reactivar una arcilla dañada por calor.

Se ha estudiado la influencia del tipo de catión presente en la arcilla sobre propiedades de la arena de moldeo. Grim y German en T.J. Ward(6) comentan que las propiedades de la arcilla se modifican si se reemplazan los cationes intercambiables con otras especies catiónicas, por lo que T.J. Ward(6), modifica una arcilla ilítica y encuentra que si esta se halla en forma de sodio ó magnesio, aumenta la resistencia a la compresión en una mezcla de arenas para fundición, mientras que el valor para la arcilla no tratada, cuyos cationes intercam

biables son principalmente calcio y magnesio que estan por debajo del valor para la arcilla tratada cuando ésta se encuentra en una sola forma (Na, Mg).

D.R. Phillips(7) menciona que algunas propiedades de una mezcla de arenas de moldeo están directamente relacionadas con la cantidad de arcilla real en la mezcla, que define como aquellas partículas con un diámetro efectivo de 5µ o menos y que contribuya a la resistencia en verde y en caliente y concluye, después de su estudio que la funcionalidad de la arcilla empleada está relacionada con la distribución del tamaño de partícula.

Segun R.E. Grim(8) la reacción de intercambio es estequiométrica y por lo tanto difiere de una simple adsorción. Sin embargo, la distinción es a veces difícil puesto que cada proceso de intercambio se acompaña de una adsorción o desorción.

Los iones intercambiables se sostienen alrededor de la unidad estructural de sílica-alúmina de la arcilla mineral mas externa.

La propiedad de capacidad de intercambio se mide en terminos de miliequivalentes por gramo o mas frecuentemente por 100 g. Un equivalente de Na expresado como Na_2O seria un peso combinado de 31, y 1 meq/100 g; esto seria igual a 0.031 por ciento de Na_2O . La capacidad de intercambio se determina en la neutralidad a un pH 7.

Se menciona que la capacidad de intercambio de una arcilla varia debido a multiples factores por lo que los valores solo son ri-

gorosamente comparables solo si han sido obtenidas por el mismo procedimiento estándar en materiales de textura y estructura comparables.

Las causas del intercambio pueden variar con la naturaleza del catión. La capacidad de intercambio es considerablemente grande cuando se determinan con Ca y Na, las curvas reportadas por R.E. Grim(8) muestran una diferencia de capacidad de intercambio catiónico con cationes monovalentes y divalentes. La distorsión de enrejado tiende a incrementar los enlaces rotos y la capacidad de intercambio y a la vez a disminuir el tamaño de partícula y el grado de cristalinidad.

En los minerales arcillosos los remplazamientos en la capa octahedral es probablemente la mejor causa de substituciones para la capacidad de intercambio catiónico (por que se dice que las substituciones se realizan en las superficies rotas y esto produce uniones de fuerza que ayudan al remplazo en la parte octahedral).

El cambio en la capacidad de intercambio catiónico de montmorillonita saturada con Na, Ca, Li a varias temperaturas se presenta en la literatura de R.E. Grim(8). Esta es reducida en caliente, pero la reducción no es uniforme puesto que varía con el catión presente.

Se puede adsorber iones orgánicos en la superficie basal de la montmorillonita, y estos pueden ser de suficiente tamaño que tienen a cubrir mas de una posición de intercambio y esto produce una reducción en la capacidad de la montmorillonita.

MEDICION DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Existen varios métodos que se han empleado para esta de_terminación.

- 1.- Por desplazamiento de los cationes existentes en la arcilla por tratamiento con cationes más básicos que no se encuentran en las arcillas nativas, principal_mente cloruro de bencil-trimetil-amonio ó acetato de amonio. Una vez que se alcanza el equilibrio, se deter_minan por un lado en el sobrenadante los iones despla_zados y por otra parte, la arcilla en forma NH_4 se con_vierte a forma sódica ó cálcica usando una alta concen_tración del ion y el NH_4 desplazado en la solución se determina usando una destilación microkjeldahl (Sanders (2), Chapman(9), Ward(6), Bodenheimer(10), Guy(11), Gua_jardo(12), Chhabra(13)).
- 2.- La arcilla se convierte a la forma cálcica usando una sal de CaCl_2 1 N y se lava hasta que esté libre de iones cloruro. Se vuelve a convertir a la forma sódica usando NaCl y el calcio liberado se valora con una so_lución de EDTA y un indicador apropiado (P.T. Hang(14), Brindley(15), Guy(16)).
- 3.- Por desplazamiento de los cationes por azul de metileno y puede hacerse una valoración visual con azul de meti_leno (Harry(17), Newins(18), Brooks(19)) o bién deter_minar colorímetricamente el exceso de azul de metileno en el sobrenadante (P.T. Hang(14), Brindley(15), Boden_

heimer(10), Bergmann(20)) adicionalmente puede determinarse en el sobrenadante los cationes desplazados, gradualmente por flamometría, esto es el método de azul de metileno.

- 4.- Por intercambio con el complejo Ag/tiourea a pH 7 y determinación en el sobrenadante de Ag remanente y de los cationes intercambiables Ca, Mg, K, Na por absorción atómica (Chhabra(13)).

La absorción de azul de metileno se ha usado ampliamente para determinar la capacidad de intercambio catiónico y en ultimo término la arcilla en sistemas de arena de moldeo (Graham(5), Harry(17), Newins(18), Brindley(15), F.T. Hang(14)) sin embargo, aunque algunos autores aseguran que ésta es una prueba lo suficientemente exacta y que puede compararse con el método convencional del Acetato de Amonio (Newins(18), Harry(17), Graham (5)) y que puede establecerse como un método estandar, otros hacen una serie de aclaraciones con respecto a éste, ya sea que se haga como valoración visual o bien que se determine el exceso de azul de metileno en el sobrenadante en forma colorimétrica. Algunas de estas observaciones se refieren al catión originalmente presente en la arcilla, por ejemplo algunos autores (10) encontraron que la cantidad de azul de metileno adsorbido depende del catión presente y del grado de dispersión de la arcilla y que aunque la reacción entre el azul de metileno y la arcilla sí es de intercambio, no es sólo ésta la que gobierna el proceso, sino en gran medida la accesibilidad de los sitios de inter_

cambio, que depende del grado de dispersión de la arcilla; ellos sugieren que la reacción de intercambio está antecedida por una adsorción superficial del azul de metileno en la montmorillonita, también encontraron que el reemplazamiento del catión por el azul de metileno no es estequiométrico. Para que esta reacción pueda usarse como una medida de la capacidad de intercambio debe suponerse que la reacción de intercambio precede a la adsorción física o que la cantidad adsorbida es despreciable respecto a la que entra a los sitios de intercambio. Debido a que para una misma montmorillonita sustituida con diferentes cationes se obtienen diferentes volúmenes de sedimento (cuando la arcilla se ha sustituido completamente con azul de metileno) ya que se obtienen diferentes patrones de rayos X, estos autores concluyen que existen otros factores además de los cationes intercambiables y del pH, que determinan la orientación y la asociación química del azul de metileno en las intercapas de la arcilla.

De acuerdo con lo anterior (Brindley y Thompson (15)) encontraron que esta reacción puede usarse para determinar la capacidad de intercambio catiónico solamente si se asegura que la arcilla está en forma Li o Na (completamente expandida), pues en este tipo de muestras los valores coinciden con los obtenidos por desplazamiento con Ca y valoración de éste con EDTA, no así en el caso de arcillas sustituidas con cationes divalentes como Ca, Mg, Ba en donde el grado de expansión es menor que el de las monovalentes y retardan la entrada de los iones de azul

de metileno; es posible que los divalentes flocculen cuando las áreas externas están saturadas con azul de metileno y las internas sólo lo están parcialmente; ello explicaría la adsorción tan lenta de azul de metileno por las arcillas divalentes, aún cuando se incrementa la cantidad de azul de metileno disponible y que no se llegue a lo que se supone saturación completa.

Brindley y Thompson (15) encontraron que para la montmorillonita en forma de K la capacidad de intercambio catiónico por azul de metileno es menor que la encontrada para la misma en forma de Na ó Li, aunque Guy y Narine (11) utilizaron una bentonita en forma de K y encuentran que la cantidad de azul de metileno adsorbido es igual a la capacidad de intercambio catiónico medida utilizando intercambio con acetato de amonio y con calcio. Ellos sugieren que la capacidad de intercambio catiónico de la arcilla sea menor a la esperada, si la arcilla llega a hidrolizarse, pues en ese caso es posible que el aluminio o el fierro sustituyan al potasio en los sitios activos, y éstos no pueden ser reemplazados por el azul de metileno debido a la baja carga del catión de azul de metileno. Estos autores reconocen la existencia de dos interacciones en la adsorción de azul de metileno por la arcilla; una reacción de intercambio y una adsorción física. Esta preferencia de la montmorillonita por el aluminio respecto al azul de metileno también fue observada por Yariv y Lurie (21), pues aunque algo del azul de metileno penetra en la intercapa (observación hecha por rayos "X" y colorimetría en el sobrenadante para azul de metileno); el análisis para aluminio

en el sobrenadante fue negativo. Esto refuerza la idea de que la adsorción de azul de metileno no es solamente una reacción de intercambio.

INFLUENCIA DEL pH

Según Albert en S. Yariv(21) el catión de azul de metileno no es una base fuerte y de acuerdo con Bodenheimer(10) puede actuar como un catión protonado polivalente cuando es adsorbido en pequeñas cantidades.

Guy y otros (11) reconocen que esta reacción entre cationes orgánicos y polielectrolitos aniónicos es susceptible al pH, pues parece ser que los protones compiten más favorablemente con los cationes orgánicos por los sitios activos que los cationes alcalino-terreos; Yariv y Lurie(21) encontraron que el hidrógeno puede liberar iones aluminic de la arcilla y favoreciendo la entrada de azul de metileno, Bodenheimer(10) también observaron la influencia del pH en la orientación del azul de metileno en las intercapas de la arcilla.

CONCENTRACION DEL AZUL DE METILENO

Alta concentración de azul de metileno es más funcional que baja concentración de acuerdo con P.T. Hang y Brindley(I4), en el caso de que el azul de metileno remanente se determine por colorimetría, puede haber errores si la concentración de azul de metileno es demasiado alta porque presenta dimerización o bien porque el azul de metileno se adsorba en las paredes del recipiente.

METODO DE ACETATO DE AMONIO

Chapman(9) menciona que este método tiene dos cualidades muy particulares y valiosas; una es que es altamente estabilizada, puesto que, cuando se usa una solución neutra 1 N de Acetato de Amonio, la última parte de la solución lixiviada a través de la muestra resulta con el mismo pH que la solución añadida. La otra es que el ión amonio puede determinarse fácilmente.

Probablemente por sus ventajas este método se considera como el de referencia contra cualquier otro método empleado, sin embargo se mencionan algunas desventajas como el dar valores bajos de capacidad de intercambio para algunas arcillas, como el caolin y otras, debido a que los iones hidrógeno y aluminio adsorbidos, son menos reemplazables por el acetato.

CAPITULO III

PARTE EXPERIMENTAL

Explicación general

Se trabajo con 6 muestras de mezclas de arena de moldeo y se selecciono por un estudio anterior los porcentajes de bentonita cálcica y sódica; a cada una de estas muestras se les determino:

- 1.- Resistencia a la compresión
- 2.- Compactabilidad
- 3.- Prueba del azul de metileno
- 4.- Capacidad de intercambio cationico

Con los primeros datos se calculó la arcilla efectiva con la gráfica básica de Wenninger (ver apéndice I), después de obtener estos resultados se consultó una tabla de cálculo de arcilla efectiva (ver apéndice 2).

Inicialmente se realizaron varios estudios experimentales previos tendientes a seleccionar el método mas conveniente de acuerdo a los recursos y posibilidades y se selecciono que la determinación de sodio y potasio se llevara a cabo por flamometría puesto que es un método rápido, sencillo y disponible aún existiendo otros métodos para estas determinaciones.

Para la determinación de calcio y magnesio se escogió la titulación con EDTA lo cual es un método sencillo y no tan rápido pero que se adapto a las posibilidades. Los resultados obtenidos por estos métodos seran comparados con los resultados obtenidos por la prueba de Azul de Metileno.

Por otra parte se trato de determinar la pureza del tinte del Azul de Metileno por Cromatografia de columna de acuerdo como lo cita By K. Bermann y C.T. O konski(20) sin poder obtener el contenido de impurezas por esta razón se usó el tinte tal como se recibe. Una vez establecido los métodos y condiciones se procede a usarlos en mezclas de arena.

SELECCION DE CONDICIONES Y PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DEL AZUL DE METILENO

Material usado

- 1.- Vidrio de reloj
- 2.- Balanza analitica con exactitud 0.01 g (Bosch)
- 3.- Espátula
- 4.- Aparato de ultrasonido (Dieter modelo No. 536)
- 5.- Recipiente de acero inoxidable de 250 ml
- 6.- Agitador de vidrio
- 7.- Un reloj para medir el tiempo
- 8.- Aparato de titulación (Dieter modelo No. 535-A) el cual contiene: un recipiente para la solución de azul de metileno, un agitador mecánico montado sobre un motor de 1550 rpm (Tyline modelo No. 107) y una bureta graduada de 50 ml

Prueba estandar del Azul de Metileno

Pesar 0.3 g de bentonita (sódica o calcica), agregar 4.7 g de arena nueva mas 5 g de carburo de silicio, vaciarlo en un recipiente de acero inoxidable, adicionar 50 ml de pirofosfato de sodio, después colocarlo en el ultrasonido por un tiempo de 7 minutos; se le agrega 1 ml de Azul de Metileno, se lleva a agitación por un tiempo de 2 minutos, después, se procede a tomar una gota de esta suspensión con el agitador de vidrio que es colocada sobre una hoja de papel filtro (Whatman No. 42), si la aureola no aparece al rededor de la gota la suspensión es otra vez titulada con azul de metileno con cantidades de 1 ml y agitada por un tiempo de 2 minutos, hasta que la aureola aparezca, después de obtener la aureola se vuelve a agitar la suspensión por un periodo de 2 minutos para confirmar el punto final, con esta prueba se nos da a conocer el volumen consumido en una cantidad de bentonita (Calcica o Sódica) conocida.

Solución de azul de metileno

Pesar cuidadosamente 3.739 g de cristales de Azul de Metileno (Cloruro de Metilhomina, $C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$) grado U.S.P. (libre de Zinc), sobre una balanza analítica usando un embudo limpio, transferir los cristales a un matraz aforado de 1000 ml adicionar aproximadamente 500 ml de agua desionizada (68 °F) 20°C. Agitar durante 24 horas con un agitador magnético, quitar el magneto (capsula) y cuidadosamente llenar el frasco hasta la marca de calibración de 1000 ml adicionando agua desionizada con una pizeta, transferir la solución en un contenedor de cristal café oscuro para almacenar y permitir su reposo durante 12

horas antes de ser usada.

Solución de pirofosfato de sodio

Se prepara la solución de pirofosfato de sodio al 2%; pesando 2 g de pirofosfato de sodio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) y depositándola en un matraz volumétrico en donde se disuelve con agua desionizada hasta un volumen de 100 ml.

Procedimiento final de la prueba del Azul de Metileno

Tomar una muestra, y secarla a una temperatura de 250 F (110 C) durante 1 hora, después pesar de esta muestra 5 g y pasarla a un recipiente de 250 ml y se le agrega 50 ml de la solución de pirofosfato de sodio al 2%, toda esta suspensión se coloca en el ultrasonido por un período de 5 minutos luego de este tiempo se retira la suspensión, y se trasladada a titulación donde se le agrega 1 ml de azul de metileno y en seguida se agita por un período de 2 minutos, posteriormente, se procede a tomar una gota de esta suspensión con el agitador de vidrio y es colocada la gota sobre una hoja de papel filtro (Whatman No. 40), si la aureola no aparece al rededor de la gota la suspensión es otra vez titulada con azul de metileno con cantidades de 1 ml y en seguida agitada por un período de 2 minutos hasta que aparezca la aureola, después de obtener la aureola, se vuelve agitar la suspensión por un período de 2 minutos, esto se hace para confirmar el punto final.

SELECCION DE PRUEBAS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO

Determinación de Sodio y Potasio por Flamometría

Solución A).- Cuidadosamente pesar 229 mg de sulfato de sodio (Na_2SO_4) ponerla en un matraz aforado de 1000 ml; la concentración de esta solución es equivalente a 100 ppm, se disuelve en un litro de agua desionizada.

Solución B).- Pesar 185 mg de sulfato de potasio (K_2SO_4) se pasa esta cantidad a un matraz aforado de 1000 ml y se disuelve en un litro de agua desionizada, la concentración de esta solución es equivalente a 100 ppm.

Material usado

- 1.- Dos vasos de precipitados de 250 ml
- 2.- 12 vasos de precipitados de 50 ml
- 3.- Un vidrio de reloj
- 4.- Una espátula
- 5.- Dos frascos de cristal café oscuro de 1000 ml
- 6.- Un embudo
- 7.- Fotoflamómetro Corning

Calibración del Fotoflamómetro

El ajuste previo del cero del aparato se hace con agua desionizada y el ajuste a 100 con la solución A ó B. Para la determinación de las concentraciones se lee en una gráfica y para obtener los datos de esta gráfica se hace lo siguiente: se coloca en 10 matraces aforados de 100 ml de uno en uno las cantidades de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ml de la solución A ó B se aforan con agua desionizada se mezclan perfectamente y cada una de las soluciones contenidas en los matraces aforados después se pasa 20 ml de las soluciones contenidas en los matraces aforados en vasos precipitados de 50 ml y se introducen de uno en uno en el atomizador de un fotoflamómetro provisto de un filtro de interferencia para sodio o potasio. La emisividad de la solución en la llama se mide y esto nos produce una lectura en la escala del aparato.

Procedimiento final

Se toman 5 g de muestra de las mezclas preparadas o también 0.5 g de bentonitas a estas muestras se les agrega 10 ml de Acetato de Amonio 1 N, luego son colocadas en un ultrasonido por un periodo de 5 minutos y estas soluciones se dejan un día en reposo y en seguida se filtran y se lavan muy bien con agua desionizada y se procede a leer directamente en el fotoflamómetro.

Determinación de Calcio y Magnesio por EDTA

Material usado:

- 1.- 13 vasos de precipitados de 250 ml
- 2.- 12 matraces Erlenmeyer
- 3.- Papel pH
- 4.- Bureta de 50 ml
- 5.- Papel filtro Whatman No. 42
- 6.- 12 embudos
- 7.- Agitadores

Preparación de soluciones

Agua regia.- Se prepara con Acido nítrico (HNO_3) y Acido clorhídrico (HCl) de 1:3 partes.

Acetato de Amonio.- Se pesan 7.7 g de Acetato de Amonio ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$) y se disuelve en 100 ml para tener una solución de 1 N.

Solución Buffer de Amonio al 2%. - Se pesan 2 g de cloruro de amonio (NH_4Cl) y se agregan 2 ml de hidróxido de amonio (NH_4OH) por cada 100 ml de solución.

Solución de EDTA.- Se pesa 10 g de sal de sodio y se disuelve en un litro de agua.

Solución de Acido Clorhídrico al 1%. - Se disuelve 1 ml de acido clorhídrico en 100 ml de agua desionizada.

Se uso una solución de naranja de metilo al 1% en agua.

Procedimiento Final

Se toman 5 g de muestra de las mezclas preparadas ó 0.5 g de bentonita se le agrega 10 ml de acetato de amonio y se colocan en el ultrasonido durante 5 minutos se dejan estas soluciones un dia después de este tiempo se filtran y se lavan muy bien con agua desionizada hasta tener un volumen determinado se colocan en la parrilla a una temperatura de 60 °C hasta evaporación se le agrega 20 ml de agua regia y se vuelve a evaporar a sequedad después se disuelve con acido clorhídrico (al 1%) se agrega 5 ml de solución buffer de amonio al 2% para ajustar el pH a 9 en seguida se le agrega unos granitos de eriocromo negro T mas dos gotas de anaranjado de metilo y al final se tiene una solución de color vino se procede a titular con la solución de EDTA hasta tener un virre verde-azul.

PREPARACION DE MEZCLAS

I.- Para mezclas con 6% de Bentonita y 2% de Humedad.

- I.1.- 60 ml de agua destilada
- I.2.- 180 g de bentonita (Calcica o Sodica)
- I.3.- 2760 g de arena

2.- Para mezclas con 8% de Bentonita y 2% de Humedad

- 2.1.- 60 ml de agua destilada
- 2.2.- 240 g de bentonita (Calcica o Sodica)
- 2.3.- 2700 g de arena

3.- Para mezclas con 10% de Bentonita y 2% de Humedad

- 3.1.- 60 ml de agua destilada
- 3.2.- 300 g de bentonita (Calcica o Sodica)
- 3.3.- 2640 g de arena

Preparación general

Se pone la cantidad de arena en el molino chileno de capacidad teórica para 3 kilos y se le agrega el agua, se mezcla por un tiempo de 2 minutos, después de este tiempo se para el molino para agregar la cantidad de bentonita y se continua el mezclado durante 3 minutos mas para hacer un tiempo total de mezclado de 5 minutos, la mezcla se pasa por una criba que ha sido previamente colocada sobre un recipiente de plástico; cuando esta ha pasado totalmente al recipiente, éste se cierra herméticamente

e inmediatamente se trabajan las mezclas para la medición de las propiedades mecánicas como compactabilidad y resistencia al corte, posteriormente, a la prueba del Azul de Metileno y capacidad de intercambio iónico.

EQUIPO UTILIZADO PARA EL METODO DE COMPACTABILIDAD

1.- Apisonador de arena (Dietert No. 315) el cual incluye: un tubo de espécimen y base (No. 315-30), tamiz No. 4 de malla y tolva de llenado (No. 315-9).

2.- Espátula y brocha

Procedimiento

La muestra de arena es pasada a través de una tolva de llenado con tamiz al tubo del espécimen, el cual ha sido previamente colocado sobre su base y este recibe la arena hasta estar completamente lleno, después se elimina el exceso de arena de la parte superior del tubo con una espátula seccionando diametralmente con una línea la boca del tubo y retirando a uno y otro lado el material sobrante. El tubo es colocado debajo del apisonador que ha sido calibrado previamente en cero.

La parte superior del tubo se hace coincidir con la del apisonador e inmediatamente se aplican los tres golpes con un intervalo de 1 segundo entre golpe y golpe, después se hace la lectura en la escala de por ciento de compactabilidad.

EQUIPO UTILIZADO PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

- 1.- Maquina Universal de esfuerzos (Dietert Modelo No. 400), la cual incluye: un motor de 1700 rpm, un tubo de especimen y pedestal (No. 315-30), y mordazas
- 2.- Tolba de llenado (Dietert No. 315-9)
- 3.- Dos cajas petri
- 4.- Balanza granataria
- 5.- Espátula y brocha

Procedimiento

Después de conocer al peso de la muestra de arena, se procede a vaciarla por medio de la tolba (sin tamiz) al tubo del especimen que se encuentra colocado sobre una base, después este tubo es colocado debajo del apisonador y se deja caer libremente el brazo de este último sobre el tubo, luego se gira 180° el tubo, se procede a dar los tres golpes y si el brazo cae en la escala de aceptación se procede a sacar la probeta del tubo para realizar la medición de la resistencia a la compresión, la probeta se coloca sobre las mordazas, se coloca el iman sobre la escala, se enciende la Máquina Universal y al final se toma la lectura en PSI (lb/in^2).

CÁLCULO DE LA ARCILLA EFECTIVA

Para determinar el porcentaje de arcilla efectiva es necesario tener los valores de la prueba de resistencia a la compresión y los de compactabilidad y en seguida se pasa a la tabla de cálculo (ver apéndice 2) para localizar primero el valor de resistencia a la compresión moviendo la escala de la tabla y sin mover la escala se localiza el porcentaje de compactabilidad que siguiendo esta línea hasta llegar a la escala en porcentaje de arcilla efectiva lo cual nos determina el valor de ésta, luego, en la parte posterior de la tabla se localiza el valor encontrado moviendo la escala y con el porcentaje de Azul de Metileno se determina la máxima eficiencia.

CAPITULO IV
RESULTADOS

TABLA A

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION Y
COMPACTABILIDAD CON HUMEDAD TEORICA AL 2%

	R.C. en PSI	R.C. en N/cm ²	C. en %	A.E. en %	Ef.
Bentonita					
Cálcica					
6%	10.2	6.89	46	1.84	28.6
8%	14.8	9.65	40	2.63	37.5
10%	20.6	13.78	32	3.35	35.5
Bentonita					
Sódica					
6%	11.3	7.58	44	2.04	40.7
8%	16.1	11.03	33	2.69	43.5
10%	17.8	11.72	28	2.84	34

R.C. = Resistencia a la compresión

C. = Compactabilidad

A.E. = Arcilla efectiva

Ef. = Eficiencia

TABLA B

RESULTADOS DE LA MEDICION DE ARCILLA POR EL METODO
DE AZUL DE METILENO

Bentonita	A.M. en	A.M. en	A.M. en
<u>Cálcica</u>	ml	%	meq/100 g de M.
6%	30	6.42	6
8%	33	7.07	6.6
10%	44	9.42	8.8
Bentonita			
<u>Sódica</u>			
6%	26	5.03	5.2
8%	32	6.19	6.4
10%	42	8.32	8.6

A.M. = Azul de Metileno

M. = Muestra

TABLA C

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE SODIO Y POTASIO
POR FLAMOMETRIA

Bentonita <u>Cálcica</u>	Lecturas de		ppm de		meq/100 g de muestra	
	Na	K	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂	K ₂
6%	11.3	5.3	9	3	0.58	0.12
8%	14.3	7.8	11	4	0.7	0.17
10%	15.6	8.6	12	5	0.77	0.21
Bentonita						
<u>Sódica</u>						
6%	62.6	4.6	50	2.8	3.22	0.17
8%	73	5.6	63	3	4.0	0.18
10%	83	6.3	76	3.5	4.9	0.22

Nota:

La determinación de K en mezclas de bentonita sódica se tra_ bajo a un volumen de 150 ml y las restantes a un volumen de 100 ml.

TABLA D

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE CALCIO MAS
MAGNESIO POR EDTA

Bentonita	Volumen (ml)	meq/100 g de muestra
<u>Cálcica</u>	Ca mas Mg	Ca mas Mg
6%	4.1	5.58
8%	6.1	8.29
10%	7.9	10.74

Bentonita

Sódica

6%	5.2	7.0
8%	6.4	8.7
10%	8.1	11.0

TABLA E

COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE EL METODO DE
AZUL DE METILENO Y LOS DE INTERCAMBIO CATIONICO

Bentonita			A.M. en	meq/100 g de m.
<u>Cálcica</u>	<u>A. Ef.</u>	<u>% A.M.</u>	<u>meq/100 g de m.</u>	<u>Na, K, Ca, Mg</u>
6%	1.84	6.42	6	6.3
8%	2.63	7.1	6.6	9.2
10%	3.35	9.4	8.8	11.7

Bentonita

Sódica

6%	2.04	5.0	5.2	10.4
8%	2.7	6.2	6.4	12.9
10%	2.8	8.3	8.6	16.1

A. Ef. = Arcilla efectiva

A.M. = Azul de Metileno

m. = Muestra

TABLA F

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE POTASIO
POR FLAMOMETRIA EN BENTONITAS SOLAS

Bentonita	Lectura promedio	meq/.5 g de muestra	meq/100 g de muestra
Cálcica	5.3	0.006	1.27
Sódica	9.3	0.016	3.18

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE SODIO
POR FLAMOMETRIA EN BENTONITAS SOLAS

Bentonita	Lectura promedio	meq/.5 g de muestra	meq/100 g de muestra
Cálcica	13	0.032	6.45
Sódica	66.3	0.177	35.48

RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE CALCIO MAS
MAGNESIO POR TITULACION CON EDTA EN BENTONITAS
SOLAS

Bentonita	Vol. (ml)	meq/.5 g de muestra	meq/100 g de muestra
Cálcica	6.0	0.37	73.68
Sódica	6.8	0.41	83.50

TABLA G

SUMA DE LOS RESULTADOS DE LAS DIFERENTES DETERMINACIONES PARA LAS BENTONITAS SOLAS

Determinación	meq/100 g de muestra	
	Bentonita Cálcica	Bentonita Sódica
de potasio	1.27	3.18
Determinación de Sodio	6.45	35.48
Determinación de calcio mas magnesio	73.68	83.50
Suma	81.40	122.16

TABLA I
 COMPARACION DE RESULTADOS EXPERIMENTALES Y
 TEORICOS EN MEZCLAS DE ARENA

<u>Bentonita Cálcica</u>	meq/100 g de muestra teórica	meq/100 g de muestra experimental
6%	4.88	6.3
8%	6.5	9.2
10%	8.1	11.7
<u>Bentonita Sódica</u>		
6%	7.32	10.4
8%	9.77	12.9
10%	12.21	16.1

CAPITULO V

DISCUSION Y CONCLUSIONES

DISCUSION DE RESULTADOS

I.- El interes principal de la discuaión se centrará en los resultados de Azul de Metileno y de Intercambio Catiónico. Sin embargo se procederá a analizar primeramente los resultados de las pruebas físicas que originan un concepto de cantidad de arcilla en la mezcla como ya se anotó en los antecedentes.

Todas las mezclas usadas contienen un porciento de humedad constante por lo que el unico efecto visible es el de la cantidad de bentonita.

Las resistencias a la compresión obtenidas son similares a las ya reportadas en el laboratorio para estos mismos materiales, sin embargo con respecto a la gráfica básica los resultados son considerablemente menores puesto que las lecturas de arcilla efectiva son muy bajas (ver tabla A), ya que por ejemplo para 6% de bentonita y 2% de agua, según la gráfica se debería de obtener una resistencia de 36 PSI lo cuál, se anoto como una cantidad inalcanzable por estas arcillas. La explicación que los autores de la gráfica dan a estas discrepancias es en el sentido de la eficiencia de molienda; esto es, si hay una eficiencia 100%, se deberían de obtener esos valores; sino, sera necesario medir la eficiencia en base al valor de arcilla efectiva y de arcilla total en la reglilla que aparece en el apéndice 2. El valor de arcilla total esta dado por el valor de la arcilla determinado por el método de azul de metileno que será el punto fundamental de discusión mas adelante. Estas eficiencias se re_

portan en la misma tabla A. En promedio se establece que la eficiencia de la molienda del laboratorio es 30%. Sin embargo, dado el conocimiento que se expresa en la literatura al respecto de que la arcilla es un material de comportamiento variable, afectado por un sinnúmero de factores, que se pudieron constatar en la discusión que se desarrollará a continuación se sugiere que la validez de la gráfica básica es relativa y seguramente dependiente del tipo de arcilla y las circunstancias en que se encuentre.

2.- El análisis clásico de intercambio catiónico se realizó primordialmente como una medida de comparación con la capacidad de intercambio con el azul de metileno, sin embargo los resultados por si mismos aportan datos interesantes sobre las bentonitas y las mezclas ensayadas. En primer lugar la tabla G muestra que la bentonita cálcica tiene 81 meq/100 g y la sódica 122 meq/100 g. Con estos datos especificamos la naturaleza de nuestra bentonita, normalmente como, lo menciona Sanders (2) las bentonitas tienen de 60 a 100 meq/100 g y se atribuye el tener mas de 100 meq/100 g a la finura de la partícula. Con estos datos se puede calcular como se muestra en la tabla I, los meq/100 g que se esperarían encontrar en la mezcla si no hubiera interferencia por el proceso de mezclado. Los datos experimentales obtenidos que se presentan en esa misma tabla, muestran que son ligeramente superiores para ambas bentonitas. Esta observación ya había sido hecha por C. Sanders (22) quien trató de darse una explicación, sugiriendo la formación de ácido metasilícico en la

molienda y la formación de metasilicato de sodio, dejando los sitios que ocupaban los iones sodio con el calcio de los minerales que acompañan a la arena. Esto da por resultado que en las bentonitas de sodio se disminuyan los equivalentes en las mezclas y en las bentonitas de calcio, que además tienen iones sodio, se incrementen. Lo anterior es una hipótesis no comprobada aún que abre muchas interrogantes en el comportamiento químico de las mezclas de arena, y quien si bien no satisface, no hay por el momento otra explicación.

Las bentonitas y la arena usada en este trabajo, según se presenta en el apéndice 3, 4 contienen sodio y calcio por lo que de ser cierta la hipótesis anterior, habría una explicación al comportamiento observado, notándose que las dos se comportan como bentonitas cálcicas, a pesar de que una tiene mayor cantidad de sodio.

3.- Para iniciar la comparación de los resultados obtenidos de meq/100 g en las mezclas con el método de azul de metileno y los de intercambio catiónico, se establece que los resultados experimentales del intercambio son los verdaderos. Lo que se nota de inmediato es una discrepancia, que se ve mejor en las gráficas (ver apéndice 5), en ambos casos el azul de metileno da resultados menores. Esto, para el caso de la llamada bentonita cálcica, se explica conforme a lo establecido en los antecedentes debido a que el método de azul de metileno no es de una reacción estequiométrica y los iones de calcio son más difícil de ser remplazados por las moléculas orgánicas (G.W. Brin-

dley(15)); en el caso de la llamada bentonita sódica se debe_ ría, de acuerdo a la literatura (15) obtener resultados simi_ lares a los de intercambio, sin embargo el comportamiento ob_ servado es el de una bentonita cálcica, esto por un lado se explica por el hecho de que la bentonita sódica contiene lige_ ramente (mas calcio mas magnesio) que la llamada cálcica (ver tabla D) y por otro lado por el efecto de la molienda discu_ tido en el inciso anterior.

4.- Los resultados de porcentaje de arcilla por el méto_ do de azul de metileno presentados en la tabla E, comparados con los porcentos agregados a las mezclas muestran una leve diferencia en general.

Esta es normal, considerando que el método no es estequometri_ co, que la bentonita posee cierta proporción de iones intercam_ biables, y que no se toma en cuenta el efecto de molienda en el estandar. Para un trabajo de taller de fundición los resultados del método de azul de metileno son aceptables.

CONCLUSIONES

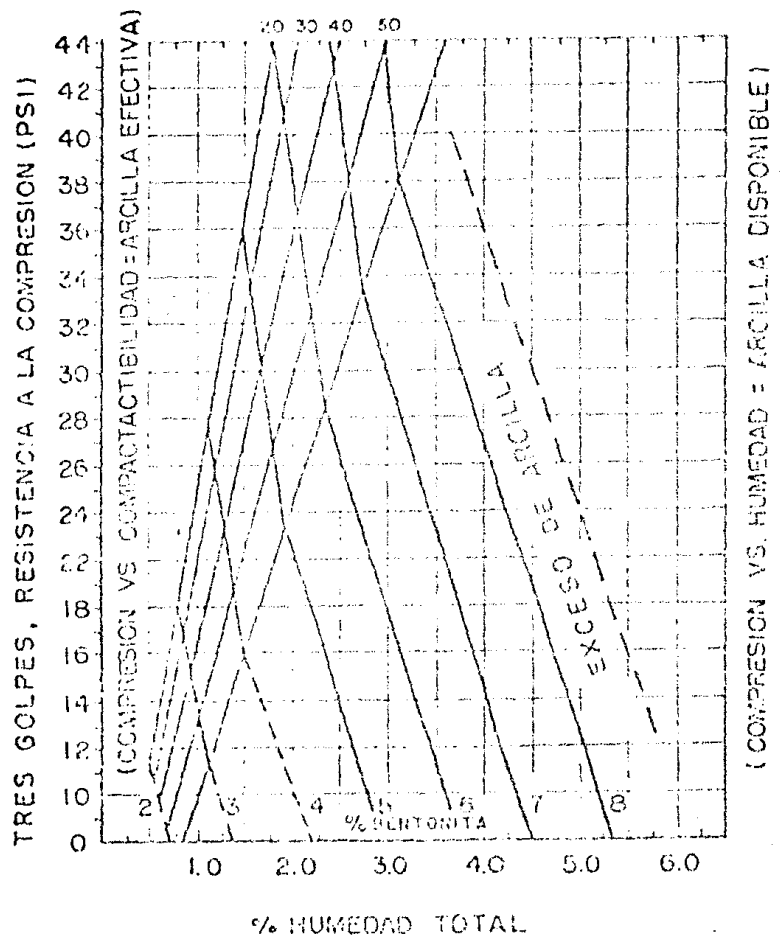
- 1.- En la literatura se encontró que el método de azul de metileno no es tan exacto ya que tiene muchas limitaciones operativas por la naturaleza de la reacción involucrada, además de no ser estequiométrica, sin embargo las condiciones de uso prescritas en la literatura de fundición hacen la experimentación "Aceptable" para los usos del fundidor.
- 2.- Los resultados de arcilla efectiva junto con el conocimiento experimental que se tuvo del comportamiento de las bentonitas sugieren que la gráfica básica no es aplicable a estas bentonitas.
- 3.- Los meq/100 g de muestra de las mezclas difieren de las encontradas en las bentonitas solas y de acuerdo con la hipótesis de C. Sanders (22), se sugiere que las dos bentonitas se comportan como cálcica.
- 4.- Los resultados de porcentaje de arcilla por el método de azul de metileno son aceptables para un trabajo en taller.

APENDICE

TERMINOS (I)

% COMPACTABILIDAD

GRAFICA BASICA



(COPYRIGHT IMC CORP., SKOKIE, IL)

APENDICE (I)

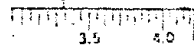
Explicación del uso de la gráfica

Conociendo los datos de resistencia a la compresión y de humedad se buscan respectivamente en los ejes de las ordenadas y abscisas de la gráfica y extendiendo horizontalmente el punto de la resistencia a la compresión hasta interceptar con la línea vertical de la humedad; después se procede a leer en las líneas inclinadas que nos indican el porcentaje de arcilla disponible. Conociendo los datos de compactabilidad y de resistencia esta última se lee como se indica arriba y donde se intercepta con la línea de compactabilidad, se lee el porcentaje de arcilla efectiva, en la línea inclinada de la gráfica.



MIXING EFFICIENCY CALCULATOR

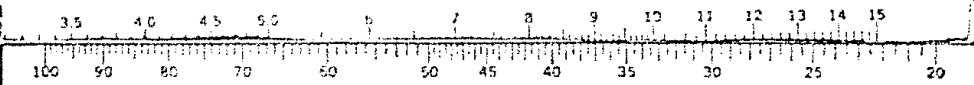
PERCENT EFFECTIVE CLAY



Set percent effective clay at arrow.

Read percent mixing efficiency at percent M.B. total clay.

M.B. TOTAL CLAY
MIXING EFFICIENCY



© 1934 DETROIT DIESEL ENGINE CO., U.S.A. DETROIT, MICH.



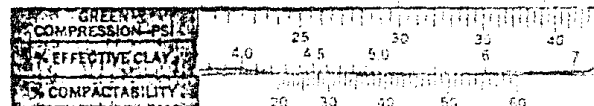
HARRY W. DIETERT CO.
TOOLS FOR CONTROL

9330 ROSELAWN AVENUE, DETROIT, MICHIGAN 48204 U.S.A. (313) 933 9700

EFFECTIVE CLAY CALCULATOR

*Effective Clay (working bond): as described by C. E. Wroninger (IMC) and A. P. Volkmar (British Iron Works, Inc.) in their paper, "A New Control Tool: A Graph For Evaluating Effectiveness of Available Bentonite Within Foundry System Sands".

AFS, Trans. v. 18 (1970)



Set green compression at arrow.

Read percent effective clay at percent compactability.





APENDICE (3)

SECCION ANALITICA

Análisis número 85-16
 Orden número 85-07
 Remitente M. en C. Ma. Eugenia Roguaz
 Muestra Bentonita de Sodio
 Clave Ninguna

R E S U L T A D O S

SiO ₂	.....	63.94 %
TiO ₂	.....	0.24
Al ₂ O ₃	.....	14.48
Fe ₂ O ₃	.....	1.10
FeO	.....	0.69
.....
MgO	.....	1.01
CaO	.....	1.29
Na ₂ O	.....	2.20
K ₂ O	.....	0.75
P ₂ O ₅	.....	0.01
SO ₃	.....	0.02
CO ₂	.....	0.00
H ₂ O(+)	.....	6.53
H ₂ O(-)	.....	7.15
		<u>99.46 %</u>

Analista: Marlinda Bola-cas E.
 Ciudad Universitaria a 26 de Febrero de 1983

Alberto Obregón Pérez
 Jefe del Laboratorio de
 Análisis



APENDICE (4)

SECCION ANALITICA

Análisis número 83-15
 Orden número 83-06
 Remitente K. en C. Ma. Eugenia Noguez
 Muestra Bontenita de Calcio
 Clave Ninguna

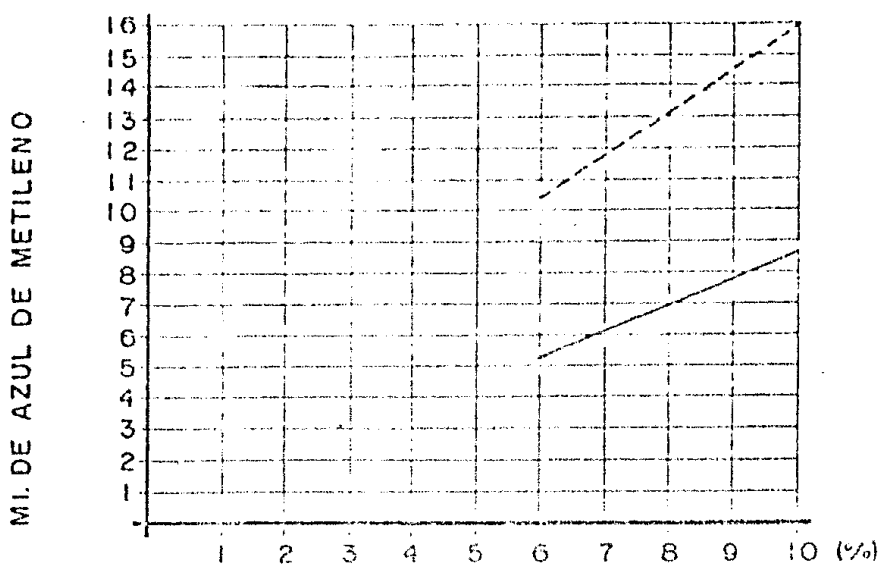
RESULTADOS

SiO ₂	.....	50.41 %
TiO ₂	.....	1.27
Al ₂ O ₃	.....	17.86
Fe ₂ O ₃	.....	5.62
FeO	.....	1.80
MnO	.....	0.07
MgO	.....	1.05
CuO	.....	1.29
Na ₂ O	.....	0.70
K ₂ O	.....	0.50
P ₂ O ₅	.....	0.01
SO ₃	.....	0.00
CO ₂	.....	0.00
H ₂ O(+)	.....	5.60
H ₂ O(-)	.....	13.41
		<hr/>
		99.59 %

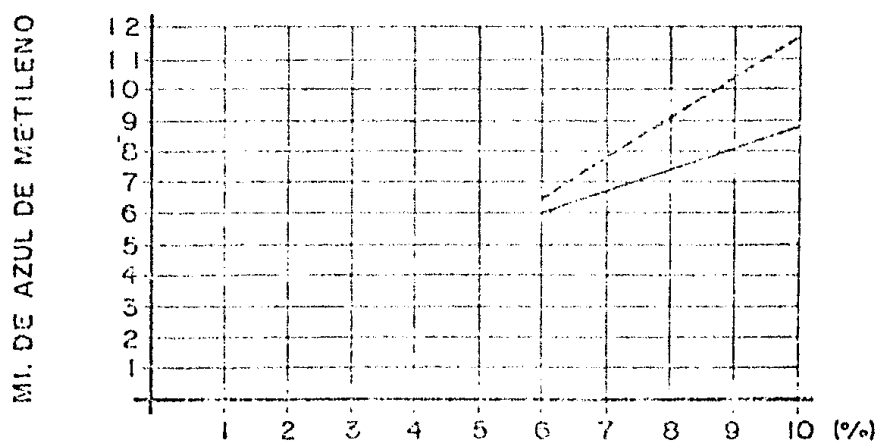
Analista: Merlinda Bola-os E.
 Ciudad Universitaria a 28 de Febrero de 1983

Alberto Obregon Pérez
 Jefe del Laboratorio de
 Análisis

BENTONITA SODICA



BENTONITA CALCICA



----- meq / 100 g DE MUESTRA DE INTERCAMBIO CATIONICO
———— meq / 100 g DE MUESTRA DE AZUL DE METILENO

FQ

UN
AM

QERA

APENDICE (4)

SECCION ANALITICA

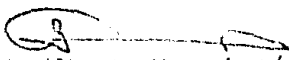
Análisis número 63 - 14
 Orden número 83 - 65
 Remitente M. en C. Ma. Eugenia Noguez
 Muestra Arena Silica
 Clave Ninguna

R E S U L T A D O S

SiO ₂	.....	96.98 %
TiO ₂	.....	0.40
Al ₂ O ₃	.....	1.29
Fe ₂ O ₃	.....	0.08
FeO	.....	0.49
MnO	.....	0.03
MgO	.....	0.00
CaO	.....	0.00
Na ₂ O	.....	0.00
K ₂ O	.....	0.10
P ₂ O ₅	.....	0.00
SO ₃	.....	0.00
CO ₂	.....	0.00
H ₂ O (+)	.....	0.09
H ₂ O (-)	.....	0.25
		<hr/>
		99.71 %

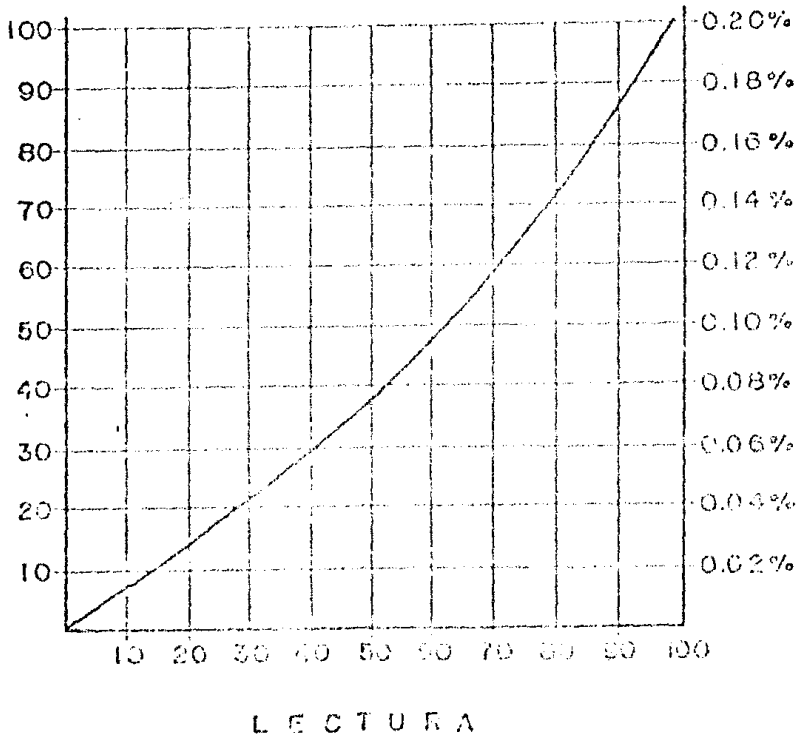
Analista: Herlinda Bolaños E.

Ciudad Universitaria a 20 de Febrero de 1983

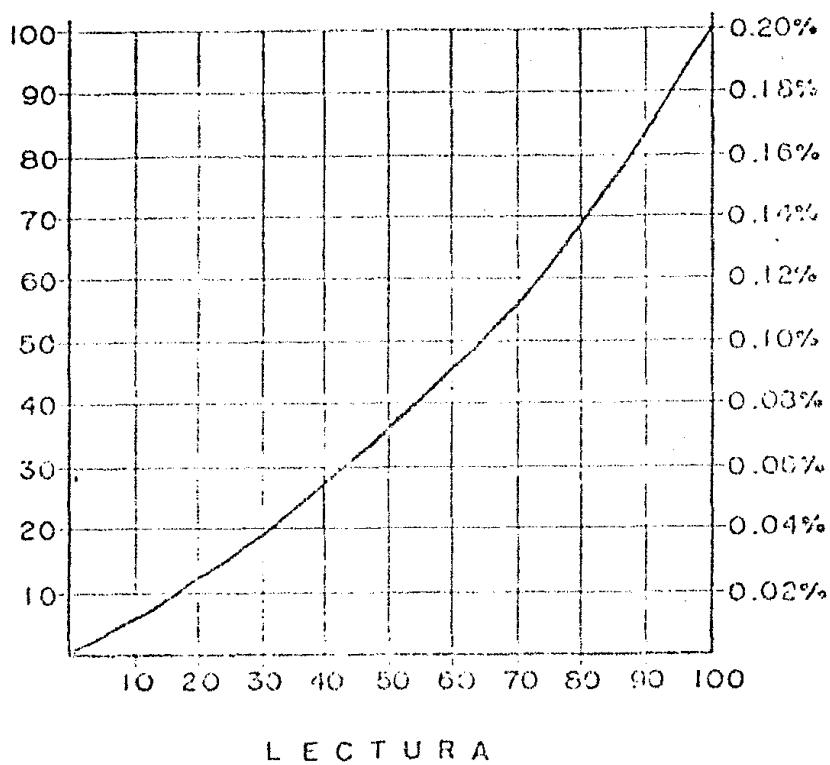

 Itq. Alberto Obregón Pérez

 Jefe del Laboratorio de
 Análisis

CURVA DE CALIBRACION DE LA DETERMINACION DE SODIO



CURVA DE CALIBRACION DE LA DETERMINACION DE POTASIO



BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Comparación de Métodos de Determinación de Arcilla de Arenas de Moldeo en Verde"
Ledesma Quintanar Rebeca
Tesis, Fac. Química, México 1985.
- 2.- "Bonding Clay Technology Current Concepts"
Sanders C. A. and Doelman R. L.
A.F.S. Transactions., 78: 57-72 (1970).
- 3.- "Sand-Bentonite-Water Research and Basic Clay-Water Concepts"
C.E. Wenninger and W.J. Lang
A.F.S. Transactions., 77: 39-44 (1969)
- 4.- "A New Control Tool, A Graph for Evaluating Effectiveness of Available Bentonite Within Foundry System Sands"
C.E. Wenninger and A.P. Volkmar
A.F.S. Transactions., 78: 17-24 (1970).
- 5.- "Methylene Blue Testing of System Sands and Preblended Additives"
A.L. Graham and R.M. Praski
A.F.S. Transactions., 86: 315-322 (1978).
- 6.- "Effect of Clay Cation Exchange on Foundry Sand Characteristics"
Ward J.T.
Product Research and Developments., 8: 160-161 (1969)
- 7.- "Measurement of True Clay and its Effects on Sand Properties"
Phillips D.R.

- 8.- "Clay Mineralogy"
Grim R.E.
Mc Graw-Hill, book Co. N.Y., 185-214 (1953).
- 9.- "Methods of Soil Analysis"
Chapman H.D.
Black, C.A. Amer. Soc. Agronomy Madison Wisc., 2: 891-901 (1965).
- 10.- "Sorption of Methylene Blue by Montmorillonite Saturated
with Different Cations"
W. Bodenheimer and Lisa Heller
Israel of Chemistry., 6: 307-314 (1968).
- 11.- "Organocation Speciation. I. A Comparison of the Interactions
of Methylene blue and Paraquat with Bentonite and Humic Acid"
Guy R.D., Narine D.R., and de Silva S.
Can.J.Chem., 58: 547-554 (1980).
- 12.- "Consulta"
Gaujardo Viera Ruben
Geología, U.N.A.M. México 1985.
- 13.- "The Measurement of the Cation Exchange Capacity and
Exchangeable Cations in Soils: a new Method"
R. Chhabra, J. Pleyzier and A. Cremers
International Clay Conference., 439-449 (1975).
- 14.- "Methylene Blue Absorption by Clay Minerals. Determination
of Surface Areas and Cation Exchange Capacities (Clay-Organic
Studies XVIII)"
Pham Thi Hang and G.W. Brindley
Clay and Clay Minerals., 18: 203-212 (1969).

- 15.- "Methylene Blue Absorption by Montmorillonites-Determinations of Surface Areas and Exchange Capacities with Different Initial Cation Saturations (Clay- Organic Studies XIX)"
G.W. Brindley and T.D. Thompson
Israel Journal of Chemistry., 8: 409-415 (1970).
- 16.- "Organocation Speciation. II. Methylene blue Photosensitization as a Model for Speciation and Toxicity of Herbicides"
Guy D.R. and Narine R.D.
Can.J.Chem., 58: 555-558 (1980).
- 17.- "A new Methylene Blue Procedure for Determination of Clay in System Sands"
Harry W. Dietert Co.
A.F.S. Transactions., 78: 208-212 (1970).
- 18.- "Determination of Cation Exchange Capacity by Methylene Blue Adsorption"
M.J. Nevins and D.J. Weintritt
Ceramic Bulletin., 46: 587-592 (1969).
- 19.- "Part I-Evaluation of Thermal Durability Characteristics of Na Bentonites"
K.W. Brooks
A.F.S. Transactions., 79: 337-338 (1971).
- 20.- "A Spectroscopic Study of Methylene Blue Monomer, Dimer, and Complexes with Montmorillonite"
By K. Bergmann and C.T. O konski
J. Phys Chem., 67: 2169-2177 (1963).

- 21.- "Metachromasy in Clay Minerals. Part I. Sorption of Methylene-Blue by Montmorillonite"
S. Yariv and D. Lurie
Israel J. of Chem., 9: 537-552 (1971).
- 22.- "Durability of Bending Clays-Part V Durability Characteristics of Twenty-Nine Commercial Clays"
C.A. Sanders and R.L. Doelman
A.F.S. Transactions., 76: 334-348 (1968).
- 23.- "Processing and Controlling Clay-Bonded Foundry Sands"
American Foundrymen's Society
Training and Research Institute., Text Course 386: II-5 a II-8