

2. E. No. 22



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**Facultad de Química**

**EFEECTO DE ALGUNOS ADITIVOS DE LA "ARENA  
EN VERDE" SOBRE LAS PROPIEDADES MECANICAS  
DE LAS MISMAS**

**TESIS MANCOMUNADA**

**Que para obtener el título de:  
INGENIERO QUIMICO METALURGICO**

**P r e s e n t a n :**

**ROGELIO SANTIAGO REYES**

**MAURICIO VIZCAINO GUERRA**

**México, D. F.**

**1984**



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 esta 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

	Pag.
INTRODUCCION . . . . .	6
I.- ANTECEDENTES - - - - -	9
II.- PUNTO DE TEMPLE - - - - -	40
III.- TRABAJO EXPERIMENTAL - - - - -	47
IV.- RESULTADOS - - - - -	54
V.- DISCUSIONES - - - - -	59
VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - - - - -	61
VII.- GLOSARIO DE TERMINOS . . . . .	63
VIII.- BIBLIOGRAFIA - - - - -	85

## I N T R O D U C C I O N

En la actualidad, los aditivos en las fundiciones de México, se consideran uno de los insumos más importantes para esta industria, estos aditivos son agregados a la arena de moldeo con varios fines, - ya sea para mejorar las condiciones de las piezas, ó hacer menos problemáticos algunos pasos del proceso de fabricación de las mismas. - Actualmente se conocen varios aditivos; éstos proporcionan a la arena de moldeo varias propiedades, algunos, diferentes entre sí, logran -- proporcionar las mismas ventajas; otros, pueden llegar a ser perjudiciales en algunos casos y beneficos en otros; del mismo modo, algunos aditivos podrán mejorar algunas propiedades y afectar otras, lo anterior dependera del proceso y necesidades del mismo.

Por lo anterior, por la gran cantidad de aditivos con que se cuenta y la necesidad de mantener el proceso con un sentido económico, es necesario conocer lo más posible cada uno de éstos, sin embargo -- actualmente, se conoce muy poco sobre el debido uso de estos aditivos. Este problema principalmente se debe a la escasa información con que se cuenta, en la bibliografía de la fundición existen algunos artículos sobre aditivos, que llegan incluso a dar recomendaciones al fundidor para que evite tener problemas con éstos. Sin embargo todos estos artículos o estudios han sido desarrollados en el extranjero con materiales que no disponemos en México; más aún, el fundidor requiere de una información práctica que pudiera usar fácil y rápidamente con

el fin de conocer la manera apropiada de usar tal o cual aditivo -- que le ayude a mejorar la producción de sus piezas sin causarle -- otros problemas.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la forma en que algunos aditivos, los más comunes, afectan las propiedades mecánicas de un sistema arena, bentonita y agua. El hecho de basar este trabajo en dicho sistema se debe a que en México la producción de piezas fundidas se realiza en su mayoría utilizando el método de moldeo con arena en verde cuyos componentes fundamentales son arena, bentonita y agua.

El estudio que se presenta en esta tesis ha sido desarrollado con aditivos que se encuentran en el mercado nacional; aún más, todos los productos utilizados fueron proporcionados por una de las empresas que distribuyen estos productos en mayor cantidad a las -- fundiciones mexicanas.

La enorme mayoría de las propiedades de una mezcla de arena para moldeo dependen principalmente de las relaciones que guardan -- entre sí, las cantidades presentes de arena, bentonita y agua, acertando en las proporciones correctas de estos tres componentes manteniéndolas constantes, se puede decir que se adelantará en gran medida al éxito en la obtención de piezas coladas de buena calidad, por lo tanto, las pruebas realizadas agregando aditivos se hicieron par

tiendo de este punto en donde las cantidades de arena, bentonita y agua son las óptimas.

De cualquier manera, los conocimientos que se tienen sobre este punto óptimo son muy limitados, por lo tanto, antes de proceder a efectuar las pruebas, se realizó un estudio sobre las características físicas que atañen a este punto.

C A P I T U L O I  
A N T E C E D E N T E S

PROPIEDADES GENERALES DE LAS ARENAS DE MOLDEO

Partiendo de un punto de vista general, una arena de moldeo se considera realmente buena, cuando es capaz de producir fundiciones libres de defectos, ciertas propiedades específicas han sido identificadas, y algunos procedimientos de prueba han sido adaptados con el fin de lograr el debido control de éstas. La American Foundrymens Society (A.F.S.) considera que para que una arena pueda utilizarse en un sistema de moldeo, debe presentar las siguientes propiedades:

- 1.- Resistencia en seco
- 2.- Resistencia en verde
- 3.- Resistencia en caliente
- 4.- Permeabilidad
- 5.- Estabilidad térmica
- 6.- Refracteriedad
- 7.- Fluidéz
- 8.- Colapsabilidad
- 9.- Que sea reusable
- 10.- Facilidad de preparar y controlar
- 11.- Facilidad de eliminar el calor de la pieza colada.

## CONSTITUYENTES DE UNA ARENA DE MOLDEO

Las arenas de moldeo son mezclas de tres o más ingredientes, siendo los más importantes, la arena, la arcilla y el agua, éstos tres ingredientes son los principales responsables de proporcionar las condiciones óptimas que se requieren para que la arena sea moldeable. Además de éstos componentes principales es usual agregar a la mezcla otros materiales con el fin de mejorar las propiedades de la arena de moldeo.

## LA ARENA DE FUNDICION

Arena, es un material granular fino que puede ser natural o artificial, producido por la desintegración o rompimiento de rocas y escorias, en la industria de la fundición, la palabra arena es -- aplicable al conjunto de partículas de tamaño apropiado, material -- que puede ser utilizado para producir un molde capaz de recibir e -- impartir una forma deseada durante la solidificación.

La arena para fundición se compone principalmente de sílice, especificándose los límites siguientes;  $\text{SiO}_2$  : 96% mínimo,  $\text{CaO}$  : -- 0.6 % máximo,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 0.5 % máximo, del total de una arena de moldeo. Los granos de una arena de fundición varían en su tamaño desde 0.05 mm hasta 2 mm aproximadamente, la diferencia que puede existir entre dos arenas se debe principalmente a tres puntos:



- 1.- Tamaño, distribución y forma de grano
- 2.- Composición química
- 3.- Refractariedad y estabilidad térmica.

Los tres tipos principales de arenas utilizadas en fundición, son las siguientes:

- 1.- Arena de sílice ( $\text{SiO}_2$ )
- 2.- Arena de zirconio ( $\text{ZrSiO}_4$ )
- 3.- Arena de olivino ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  forsterita), ( $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  feda--lita); de acuerdo a sus propiedades cada una de éstas - tiene un campo específico de aplicación en la fundición.

La arena de sílice es por mucho la arena que más se utiliza en la fundición, principalmente por las siguientes características:

- a) Es la más abundante en la naturaleza.
- b) Su producción es la que requiere de menor costo.
- c) Posee una aceptable dureza y resistencia a la abrasión.
- d) Puede lograrse una buena variedad en clasificaciones -- granulométricas.
- e) Presenta una adecuada resistencia al metal y al ataque - de escorias ácidas.

Las arenas utilizadas en fundición puede presentar tres formas diferentes de grano, para definir éstas formas se han adoptado - los términos angular, subangular y redondo, cada una de éstas formas

tiene influencia sobre la permeabilidad, densidad y dureza de los --  
moldes.

### ARCILLAS

La arcilla presente en una arena de moldeo, se encuentra en una proporción de 2 a 50 %, éste contenido mas el contenido de agua darán la mayor resistencia y plasticidad a la mezcla de arena de moldeo.

El efecto principal de la arcilla en la mezcla es combinarse con el agua y producir un aglutinante o adhesivo que agrupe los granos de arena, en general puede decirse que una partícula cubierta de granos de arena, traspasará sus propiedades a los granos de arena adheridos a ella.

Las arcillas pueden presentarse en la naturaleza en tres formas distintas; las formadas por la descomposición de rocas conocidas como arcillas residuales, las formadas por la alteración de rocas de origen volcánico, por la acción de aguas subterráneas y las depositadas como sedimentos y conocidas como arcillas sedimentarias.

Las arcillas que se utilizan como aglutinantes en la fundición pueden ser de varios tipos, como se enuncia a continuación:

- 1.- Arcillas refractarias
2. Bentonitas

3.- Tierra de Fuller

4.- Ilita

### ARCILLAS REFRACTARIAS

Las arcillas refractarias están compuestas principalmente - del mineral caolinita ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ )

### BENTONITAS

Las arcillas bentonitas son las que se emplean principalmente en la fundición, se trata de un mineral ampliamente diseminado - en la tierra, cuyo origen se debe a la descomposición que han sufrido rocas volcánicas a través de mucho tiempo.

En combinación con la arena, éste es el ingrediente de mayor uso debido a su versatilidad y su bajo costo, así como a su alto poder aglutinante que permite usar poca cantidad, lo cual, a su vez se traduce en la obtención de mezclas de alta permeabilidad y baja producción de gases (vapor de agua), debido a que la bentonita tiene la habilidad de absorber hasta tres veces su volumen en agua y empaparse con rapidez, formando una pasta ligeramente amarilla y concisa.

La bentonita en forma de gel, repelará el agua por completo y el secado y empapado repetido no cambiará sus características. La bentonita tiene la propiedad de absorber también hasta cinco veces - su peso en aceite.

Desde un punto de vista mineralógico, la bentonita se conoce como una mezcla de montmorillonita (89 a 95 %), razón por la cual, sus propiedades son prácticamente las de éste mineral; mineral que está constituido por átomos de aluminio, silicio y oxígeno, suponiendo que forman un silicato de aluminio hidratado, rodeado de átomos de hidrogeno, estos átomos forman moléculas, grupos de los cuales forman cristales, los que a su vez al agruparse nuevamente, dan origen a las partículas que conocemos.

Al lado o dentro de ésta red atómica, existen iones de sodio y calcio intercambiables por lavado o lixiviación y que, según la predominancia de unos o de otros, dan lugar a las bentonitas sódicas o cálsicas.

#### BENTONITA SODICA

Como su nombre lo indica, en ésta bentonita predominan los iones de sodio sobre los de calcio, un análisis típico arroja 85 mi liequivalentes de sodio en 100 gr. de bentonita y 20 de calcio, tomando en cuenta su uso en la fundición, lo anterior confiere a éste tipo de bentonita un alto poder de expansión y formación de gel y proporciona a las mezclas de arena una resistencia alta en verde y en seco, aunque posee las desventajas de conferir una baja fluidez y dificultad para el desmoldeo; su uso por consiguiente, está indicando, para moldes de pieza de secciones masivas, que requieren de --

una resistencia considerable al calor.

### BENTONITA CALCICA

Al contrario de lo anterior, ésta bentonita se caracteriza por poseer mayor cantidad de iones de calcio, el análisis típico de ésta bentonita indica 75 miliequivalentes de calcio en 100 gr. de muestra y .5 de sodio en la misma cantidad de muestra.

En la fundición, sus principales ventajas son las de proporcionar a las mezclas de arena una alta resistencia en verde, buena fluidez, altas resistencias en seco y en caliente y facilidad de desmoldeo de las piezas coladas, por otro lado, sus desventajas son las de tornar quebradiza la mezcla con arena y la de conferirle menor vida que la que puede ser obtenida con bentonita sódica.

Su uso, por lo tanto, es adecuado para colar piezas de secciones medias o delgadas que requieren poca resistencia en caliente para colar metales de relativa baja temperatura de fusión, por lo cual, son ampliamente usadas en fundiciones de hierro y fundiciones no ferrosas.

Cabe mencionar, que en algunas fundiciones se utilizan mezclas con distintas proporciones de bentonita sódica y cálcica adaptadas a sus necesidades particulares, combinado en ésta forma las ventajas de una y otra bentonita, obteniéndose propiedades que de

otra manera no se podrían lograr, en éste principio están fundados los aditivos prerezclados como el ferro-bent y el acer-bent.

### TIERRA DE FULLER

Este es una arcilla que ha sido utilizada primordialmente por sus cualidades decolorantes, está relacionada íntimamente con la bentonita y ha sido empleada por algunos como arcilla aglutinante.

### ILITA

Se trata de un componente mineral que se encuentra en muchas arcillas y que muchas veces constituye un gran porcentaje -- del depósito.

### EL AGUA

Es por todos sabido la importancia que tiene el agua en la fundición, pues es el material que cataliza o desarrolla el poder aglutinante de la bentonita y otros aditivos cuyas mezclas en seco con la arena carecen de ésta propiedad, siendo su presencia indispensable por el motivo expuesto, es también peligrosa cuando su cantidad no se controla rigurosamente, ya que un exceso o una escases de ella conduce a defectos en las piezas coladas.

El agua deberá estar presente en la mezcla en proporció-

nes de 1.5 a 8 %, éste contenido de agua logrará activar la unión entre la arcilla y la arena, desarrollando de ésta manera la resistencia y la plasticidad de la mezcla, cantidades adicionales de agua podrán actuar como lubricante y darán a la arena mayor plasticidad y moldeabilidad, sin embargo, la resistencia de la arena será disminuída por el exceso de humedad, por lo tanto, de lo anterior se deduce que la adición de agua a la mezcla debe de estar perfectamente controlada. En el capítulo siguiente se tratará el mismo tema con mayor amplitud.

#### ADITIVOS

Como se mencionó anteriormente, los ingredientes básicos que forman la mezcla de una arena de moldeo son el agua, la arcilla y la arena, sin embargo es necesario agregar otros materiales a ésta mezcla con el fin de mejorar las propiedades de las mismas, a éstos últimos se les conoce como aditivos de fundición.

En general se denomina aditivo, a todo material que sea agregado a un sistema arena, bentonita y agua, con una finalidad específica y diversas funciones, aún la de aglutinante, es decir, un aditivo se agrega para mejorar o cambiar algunas de las propiedades de la mezcla de arena de moldeo; a continuación se enlistan algunos de los aditivos más comúnmente usados en la fundición y se presenta un cuadro que indica los principales ingredientes usa

dos en una arena de moldeo (tabla No. 1).

### HARINA DE CEREAL

Las harinas de cereal encuentran un vasto campo tanto en la fundición ferrosa como en la no ferrosa, son aquellas que provienen de los granos de maíz, desde el punto de vista del interés del fundidor, se encuentran tres variedades caracterizadas por diferentes grados de solubilidad, que es lo que confiere a las mezclas de arena distintas propiedades, según el producto o mezcla de productos agregados, a su vez, la solubilidad en agua de éstos productos depende de su relación almidón-azúcar; a mayor cantidad de azúcar mayor solubilidad y viceversa.

### ALMIDON (MOGUL)

Este producto es un aglutinante semejante en función a la bentonita, caracterizado por tener una solubilidad de cerca del 10 %, por ésta propiedad y debido a su naturaleza orgánica, proporciona a las mezclas de arena las siguientes características:

- 1.- Aumentar la deformación o plasticidad de la arena considerablemente.
- 2.- Disminuye la fluidez
- 3.- Aumenta la permeabilidad
- 4.- Disminuye la dureza de los moldes, pero la mantiene de valor semejante tanto en la superficie como en el inte



**TABLA No. 1**

	<b>Sílice</b>	
	<b>Arena Zirconio</b>	
	<b>Olivino</b>	
	<b>Refractarias</b>	
	<b>Bentonitas</b>	<b>Sódica</b>
<b>Arcillas</b>	<b>Tierra de Fuller</b>	<b>Cálcica</b>
	<b>Ilita</b>	
	<b>Agua</b>	
	<b>Harina de cereal</b>	
	<b>Almidón</b>	
	<b>Dextrina amarilla</b>	
	<b>Dextrina blanca</b>	
	<b>Brea o alquitrán</b>	
<b>Aditivos</b>	<b>Asfalto</b>	
	<b>Carbón marino</b>	
	<b>Grafito</b>	
	<b>Gilsonita</b>	
	<b>Aceites</b>	
	<b>Harina de madera</b>	
	<b>Harina de sílice</b>	
	<b>Oxido de hierro</b>	
	<b>Perlita</b>	

**A  
R  
E  
N  
A  
  
D  
E  
  
M  
O  
L  
L  
E  
O**

rior de los mismos.

- 5.- Aumenta el tiempo de secado natural de las mezclas de arena antes de moldear.

Es ampliamente usado en las fundiciones aunque su uso más frecuente se encuentra en la preparación de arenas de careo para piezas de acero, en la mayoría de los casos, el mogúl se utiliza en cantidades hasta de 2 %, por sus propiedades descritas, su uso está indicando para combatir defectos de expansión en aquellas piezas que los presentan o que son propensas a obtenerlos, del mismo modo, se utiliza para eliminar fracturas en caliente; ayuda a facilitar el desprendimiento de la arena en las piezas coladas y a mejorar su textura; el uso incontrolado de éste aditivo, puede producir piezas fuera de dimensión.

#### DEXTRINA AMARILLA

Este producto se caracteriza por tener una solubilidad en agua de 85 a 90 %, debido a que tiene una gran cantidad de azúcar, factores que proporcionan a las mezclas de arena las siguientes propiedades: debido a su alta solubilidad, al ser secado un molde, la dextrina se concentra en la superficie, proporcionando a ésta una gran dureza y dejando el interior del molde relativamente suave; no afecta la resistencia a la compresión en verde de la arena; al quemar produce poca cantidad de gases; aumenta la permeabilidad de la arena, tie

na poco efecto sobre la deformación y la fuidéz de la arena sin moldear.

Al igual que el mogúl, a la dextrina amarilla se le usa con más frecuencia en las mezclas de arena de careo para piezas de acero, en cantidades que fluctuan generalmente entre .5 y 1.5 %.

La dextrina amarilla se utiliza generalmente en aquellos casos en que se requiere combatir la fragilidad de los moldes, sobre todo en las esquinas, para mejorar el desprendimiento de la arena de las piezas coladas obteniendose al mismo tiempo un acabado de las mismas, y sobre todo para evitar problemas de expansión en casos de difícil solución.

#### DEXTRINA BLANCA

Este material posee una solubilidad en agua de 50 % y por consiguiente las propiedades que confiere a las mezclas de arena son intermedias a las que proporcionan los dos productos anteriores:

Aumento relativo de la resistencia a la compresión en verde, de la formación y permeabilidad de las mezclas de arena.

Disminución relativa de la fluidéz y de la dureza del molde en verde.

Aumento proporcional de la dureza superficial de los moldes en seco.

Aumento del tiempo de secado natural de las mezclas de arena,

antes de moldear.

Cabe mencionar que normalmente éstos aditivos se usan mezclando dos en proporciones diversas para obtener una combinación de propiedades que de otra forma no se conseguirían.

### BREA O ALQUITRAN

La brea se define generalmente como un líquido grueso, duro, café o negro obtenido de la destilación de la madera, carbón, petróleo y otros materiales orgánicos, la composición química de la brea varía de acuerdo a la temperatura a la cual éste material es obtenido.

La brea diluida con keroseno y otros aceites combustibles, es muy usada para rocear las superficies de los moldes de arena en verde y mejorar así la superficie final de la pieza colada, es muy común utilizar la brea de .5 a 1% de la mezcla de moldeo, lo cual ayudará al endurecimiento de las arenas en verde.

Es muy común mezclar éste aditivo con un 50 % de agua y agregarlo a la mezcla, lo cual proporciona las siguientes ventajas: mejora la superficie final de la pieza, mejora el manejo del molde, proporciona una mejor arena de retorno, facilita el mezclado, eleva la dureza y la resistencia; del mismo modo, con un bajo contenido de humedad mejora la fluidez de la arena y en general disminuye el costo

de limpieza y lijado de las piezas finales.

Cuando se agrega en un 3 %, éste aditivo mejora la resistencia en caliente de la arena y proporciona una superficie final más fina.

#### ASFALTO

El asfalto, es un producto que se obtiene de la destilación del petróleo y puede ser usado con los mismos propósitos que la breá.

#### CARBON MARINO

Se conoce bajo éste nombre a los carbones bituminosos, cuya característica principal es la de tener un alto contenido de material volátil, la cual es generada por el calor del metal al entrar al molde generando una inflamación y produciendo así una atmósfera reductora que beneficiará el acabado de las piezas coladas.

El carbón que queda entre los granos de la arena se coqueza aumentando considerablemente el volúmen evitando que el metal penetre en la arena.

Estas reacciones se aprovechan en fundiciones de hierro gris, donde el uso de éste material se utiliza en cantidades que varían entre 3 y 8 %, según factores a tomar en consideración como son, el tamaño de las piezas coladas, la temperatura a la que se cuegan, permeabilidad y el uso de otros aditivos presentes en la arena.

## REACCIONES DEL CARBON MARINO EN EL MOLDE

Cuando el metal fundido entra en contacto con éste aditivo pueden ocurrir varias reacciones que son las que se explican a continuación: para ilustrar ésto, consideraremos un molde como una re-torta utilizada para la destilación del carbón, el metal fundido - entra en las cavidades del molde forzando al aire a ir hacia arriba, lo cual provocará el origen del calor. Algo del carbón marino que se encuentra en la interfase metal - arena, alcanzará a combinarse con el oxígeno del aire que se encuentra en las cavidades del molde, éstos productos de combustión además del aire, son forzados a - pasar por los poros de la arena, tan pronto como el aire del molde ha sido expulsado, la combustión se detiene, ya que no hay oxígeno presente.

La atmósfera en el molde se va reduciendo debido a lo anterior, lo cual dará origen a la volatilización, la disminución de - ésta volatilización dependerá de la temperatura de los granos de - arena y del tiempo en que la arena esté en contacto con la fuente de calor.

La vaporización procederá de la misma manera como se presenta en la transformación del carbón a coque, es decir, las fracciones volatilizadas serán primero gases, después se presentará la transformación de carbón - brea, posteriormente se volatizarán - las materias combustibles y finalmente quedarán el carbón fijo y -

las cenizas. De ésta manera, la arena actuará como un refractario que evitará que penetre el calor rápidamente de la interfase metal - arena, al molde.

EFFECTOS DEL CARBÓN MARINO SOBRE LAS PROPIEDADES DE LAS ARENAS DE -  
MOLDEO:

- 1.- Incrementa la resistencia en verde, debido al incremento de la tensión superficial
- 2.- Incrementa la resistencia en seco en un 6 % del peso de carbón marino agregado
- 3.- Decrece la resistencia en caliente por producir una reducción en la atmósfera que provoca la formación de óxidos, los cuales elevan el punto de sinterización, esto causa una reducción en la resistencia en caliente.
- 4.- Decrece enormemente la permeabilidad debido a que el carbón marino rellena los espacios vacíos entre los granos de arena.
- 5.- Disminuye la fluidéz, probablemente debido al incremento de la tensión superficial.
- 6.- El carbón marino reducido a cenizas absorberá una excesiva cantidad de agua.
- 7.- Mejora la superficie de la pieza fundida y evita que se quemé la arena.

### GRAFITO

El grafito sintético o natural debe ser usado en porcentajes de .2 a 2 %, con el propósito de mejorar la moldeabilidad de la arena y producir una superficie fina de la pieza colada.

### GILSONITA

Este material es un mineral asfáltico sólido, suficientemente volátil para funcionar como el carbón marino provocando una mayor fineza en la superficie de la pieza colada.

### ACEITES

Específicamente los aceites son derivados del petróleo, sin embargo, algunos aceites son usados como combustibles, las cantidades agregadas de éstos, por tonelada de arena, varían desde .01 ó .10 % hasta galones.

Generalmente, la razón de agregar aceites a las arenas, es incrementar la cantidad de volátiles en el molde, reemplazando de ésta manera las cantidades usadas de carbón marino. Del mismo modo éste aditivo se agrega con el fin de aumentar la lubricidad y la fluidéz de la arena; la presencia de aceites conserva la humedad de la arena por períodos largos.

### HARINA DE MADERA



Se designa con éste nombre, a una madera blanda, pulverizada en forma de aserrín, que ha sido molida hasta más de 200 mallas, éste material encuentra mayor aplicación como aditivo cuando trabaja como sustituto de pequeñas cantidades de harina de cereal, carbón marino o celulosa pulverizada. Este aditivo puede ser agregado en cantidades de .5 a 2 % del total de la arena de moldeo.

En general, podemos decir que proporciona a las mezclas de arena las propiedades siguientes:

- 1.- Disminuye la resistencia en caliente
- 2.- Aumenta la fluidéz de la arena
- 3.- Al quemarse a baja temperatura crea una atmósfera reductora en el interior del molde, al penetrar el metal.
- 4.- Aumenta el tiempo en que el molde conserva su humedad.

Por éstas razones la hárina de madera está indicada en aquellos casos en que se requiere: un excelente acabado en piezas de hierro gris o maleable de secciones delgadas; eliminación de defectos de expansión de la arena, creados por el agua en la mezcla; eliminación de fracturas calientes; mejoramiento del desmoleo de las piezas y mejoramiento de la colapsabilidad.

Debido a la enorme variedad de las maderas de donde es obtenido este material y diversidad del tamaño de molienda, este aditivo debe ser utilizado en forma cuidadosa, pues pueden obtenerse propie-

dades en las arenas contrarias a las que se persiguen.

#### HARINA DE SILICE:

Se conoce con el nombre de harina de sílice a un producto - que se obtiene al ser molido el cuarzo o arena de sílice a menos de 200 mallas.

Este material se utiliza en cantidades de 35 % con el propósito de incrementar la resistencia en caliente y la resistencia a la penetración del metal en la arena.

Las propiedades que su presencia comunica a las mezclas de arena son las siguientes:

- 1.- Aumenta la densidad
- 2.- Disminuye la penetración del metal o interacción del metal en el molde.
- 3.- Aumenta la estabilidad de las paredes del molde
- 4.- Aumenta la resistencia a la erosión.
- 5.- Baja sensiblemente la permeabilidad

Por consiguiente, su uso está indicado para aquellos casos - en que se requiera eliminar costras por erosión y mejorar el acabado de piezas evitando la penetración del metal. Su efecto es más marcado en moldes para piezas masivas y metales de alto punto de fusión.

## OXIDO DE HIERRO

Este aditivo, se obtiene al pulverizar el mineral conocido como hematita roja el cual, a su vez, esta constituido aproximadamente por un 58 a 60 %, de óxido férrico.

Salvo el uso en la composición de mezclas para corazones, - su utilización es casi exclusiva en las fundiciones de acero como - parte constituyente de las arenas de careo en moldes, sobre todo para piezas de secciones masivas. Estos beneficios que se buscan mediante su adición, que generalmente es de .5 a 1 %, son: evitar la penetración o "envenenado" de las piezas coladas, mejorar el acabado de las piezas coladas, facilitar el desmoldeo, menor consumo energético en el secado; aumenta la resistencia de la arena a muy elevadas temperaturas, aumenta la plasticidad en caliente y reduce la colapsabilidad. Sin embargo, deben tomarse en cuenta los efectos adversos que presenta este aditivo: disminuye la resistencia a la compresión y reduce la permeabilidad.

## ALUMINA

Este es un mineral de óxido de aluminio que se halla en la naturaleza algunas veces puro y cristalizado, y por lo común formado en combinación con las flices, los feldespatos y las arcillas. Este mineral, puede ser usado en pequeñas cantidades desde 0.5 hasta 1%,

generando una mayor estabilidad térmica de la arena.

En lo anterior, se han presentado los aditivos más comúnmente usados en la fundición; sin embargo, como se dijo anteriormente, existe una gran cantidad de éstos. La AFS, considera 34 aditivos -- entre los más importantes; en el cuadro siguiente se presenta una -- clasificación general de éstos. (Tabla No. 2)

#### METODOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS DE ARENA

La resistencia de mezclas de arena para fundición se puede determinar por medio de ensayos de resistencia a la compresión, al corte o a la tracción.

Los tres tipos de ensayo-compresión, corte o tracción, se vienen utilizando para trabajos de control, y generalmente, se consideran satisfactorios para tal propósito. Los ensayos al corte y tracción, sin embargo, podrían emplearse con mayor frecuencia, pero la correlación de estas propiedades de resistencia con las propiedades de resistencia a la compresión sobre altos niveles de dureza de molde indicarán con mayor exactitud la forma en que la arena reaccionará bajo las condiciones en el taller.

Para el mejor provecho de una arena en verde es necesario conocer tanto las resistencias a la tracción y corte de arenas para molde como los principios que controlan estas propiedades.

TABLA No. 2

A  
D  
I  
T  
I  
V  
O  
S

Asfalto  
Grafito  
Negro de humo  
Alquitrán o brea  
Gilsonita  
Carbón marino  
Harina de maíz  
Cáscara de avena  
Harina de madera

ORGANICOS: Aceite asfáltico

Keroseno  
Polímeros  
Harina de cereal  
Goma inglesa  
Harina de grano  
Azucar  
Dextrina  
Melaza  
Harina de centeno  
Harina de trigo  
Sulfato de lignina

Bentonita sódica  
Bentonita cálcica  
Arcilla refractaria  
Caolín  
Emulsión de asfalto  
Ceniza de carbonato

INORGANICOS: Alúmina

Harina de cromito  
Oxido de hierro  
Harina de olivino  
Harina de sílice  
Harina de zirconio  
Silicato de sodio

#### METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN VERDE

La resistencia a la compresión de una arena en verde es la resistencia máxima que una muestra es capaz de soportar cuando se le prepara apisona y ensaya.

Debe utilizarse una probeta de forma cilíndrica de 50.8 mm. de diámetro por 50.8 mm de altura (2x2 plg).

El instrumento utilizado debe estar construido de tal manera que registre una carga creciente en forma continua hasta que se produzca la rotura de la probeta (fig. 1.1 y 1.2)

El aparato presentado en la figura 1.1 se utiliza para ensayar arenas de baja resistencia. En el caso de arenas de resistencia media o elevada se utiliza el instrumento de peso muerto indicado en la figura 1.2.

#### METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA AL CORTE EN VERDE

La resistencia al corte en verde es la resistencia máxima al corte que puede desarrollar una mezcla de arena humedecida.

La preparación de la muestra se hace de acuerdo a lo indicado anteriormente. Después de llenar el tubo con la cantidad de arena a probar, se coloca bajo el pisón y se procede al apisonado.

El ensayo al corte se hará sobre la probeta de ensayo nor-

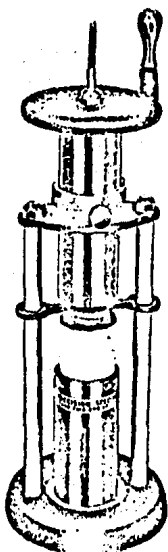


Fig. 1.1

Instrumento de compresión de tipo resorte para determinar la resistencia a la compresión de probetas de arena en verde. Se utiliza para arenas de baja resistencia puesto que su carga máxima es de  $1.06 \text{ kg/cm}^2$  ( $15 \text{ lb/plg}^2$ )

Fig. 1.2

Instrumento de peso muerto, accionado por motor, para determinar la resistencia a la compresión de probetas de arena en verde con resistencias desde mediana a elevada -- con accesorios apropiados también se puede usar para probetas en seco y horneadas, así como para determinar las resistencias al corte, a la tracción y transversal.

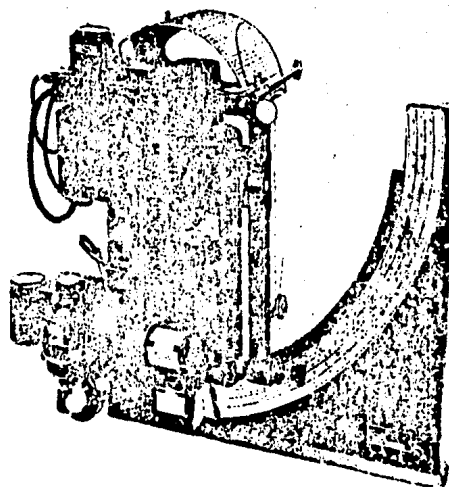


Fig. 1.3

Tubo de probetas para determinar la resistencia a la tracción en verde de arenas para fundición.

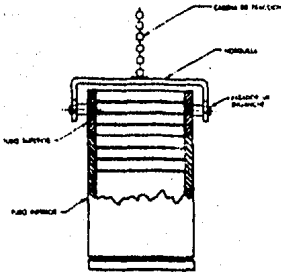
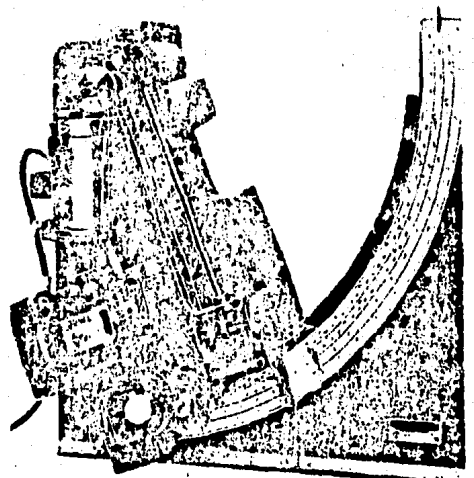


Fig. 1.4

Instrumento de carga por peso muerto con accesorio adjunto, empleado para determinar la resistencia a la tracción de arenas para fundición.





ma, despues de habérsele retirado del tubo, por la aplicación de -- una carga a las dos mitades diametralmente opuestas de las dos superficies planas de la probeta a razón de  $1.69 \pm .35 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ . ( $24 \pm 5 \text{ lb/plg}^2/\text{min}$ ) aplicando la carga a lo largo del eje de la probeta.

#### METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA TRACCION

La resistencia a la tracción de una mezcla de arena de moldeo es la resistencia máxima que la mezcla es capaz de soportar cuando se le prepara, comprime y ensaya de acuerdo con los procedimientos de norma.

El tubo probeta para el ensayo a la tracción, tanto en verde como en seco, será un tubo bipartido diseñado para que la probeta pueda permanecer en el tubo durante el ensayo y para que las dos mitades se puedan separar fácilmente aproximadamente en el centro de la probeta cuando ésta falla.

#### INSTRUMENTO DE PESO MUERTO

Este instrumento puede ser utilizado en forma universal para efectuar cualquier ensayo de resistencia, del mismo modo es apropiado tanto para probetas en verde como en seco, se ilustra en la -- figura 1.2. Consiste de un peso de péndulo y un brazo de empuje que oscilan sobre un eje montado en una base sólida. El peso del péndulo y el brazo de empuje están provistos con agujeros en los que se --

pueden insertar cabezas de compresion para sujetar la probeta según el ensayo que se quiera efectuar.

Un motor o volante de mano eleva el brazo de empuje a través de un arco, forzado así la probeta a levantar el peso del péndulo y aumentando la carga sobre la probeta hasta que ésta se quiebra. Cuando la probeta se quiebra, el motor invierte su movimiento en forma automática y regresa el peso y el brazo de empuje a su posición original.

Una escala graduada con unidades específicas para la probeta de 50.8 mm. y cuya forma se adapta al arco descrito por el peso del péndulo, está montada sobre el arco de la base; un ginete magnético se desliza a lo largo de la escala por delante del peso del péndulo en ascenso hasta que la probeta se quiebra; el ginete permanece entonces en la posición más alta que ha alcanzado, indicando así la carga de rotura en tanto que el peso retorna a su posición inicial.

Se proporcionan los medios para efectuar ensayos de resistencia de arenas tanto en verde como en seco por el uso de dos posiciones para las cabezas de compresión o las de corte. Esto provee dos zonas para la carga, la posición inferior alcanzando límites de 0 a  $1.31 \text{ kg/cm}^2$  (0 a  $18.7 \text{ lb/plg}^2$ ) de resistencia a la compresión y de 0 a  $1.03 \text{ kg/cm}^2$  (0 a  $14.7 \text{ lb/plg}^2$ ) de resistencia al corte,

y la posición superior, cerca del eje del péndulo, alcanzando de 0 a 6.58 kg/cm<sup>2</sup> (0 a 93.5 lb/plg<sup>2</sup>) de resistencia a la compresión y de 0 a 5.16 kg/cm<sup>2</sup> (0 a 73.5 lb/plg<sup>2</sup>) de resistencia al corte.

Después de exceder la compresión máxima de 1.31 kg/cm<sup>2</sup> en la posición de ensayo inferior, la probeta y las cabezas de compresión simplemente se cambian a la posición de ensayo superior.

#### PRUEBA DE FRAGMENTACION (INDICE DE SHATER)

La prueba de fragmentación representa una excelente medida de la calidad de una arena de moldeo. Por medio de esta prueba es factible determinar el índice de Shater el cual indica la relación que existe, tomando como base, la cantidad de arena de moldeo con la cual es posible obtener una probeta estandar, y la cantidad de esta misma arena que al recibir un impacto de intensidad estandar, obtiene un tamaño menor a media pulgada de diámetro.

Este índice es de gran importancia para el fundidor ya que indica, con excelente precisión, la dureza a la cual se encuentra un molde evitando así dificultades posteriores, incluso este valor de fragmentación puede relacionarse con otras propiedades y conocer así con mayor exactitud, las condiciones óptimas de la arena.

Para realizar la prueba de fragmentación se utiliza un aparato norma en el cual, un espécimen cilíndrico preparado como se in-

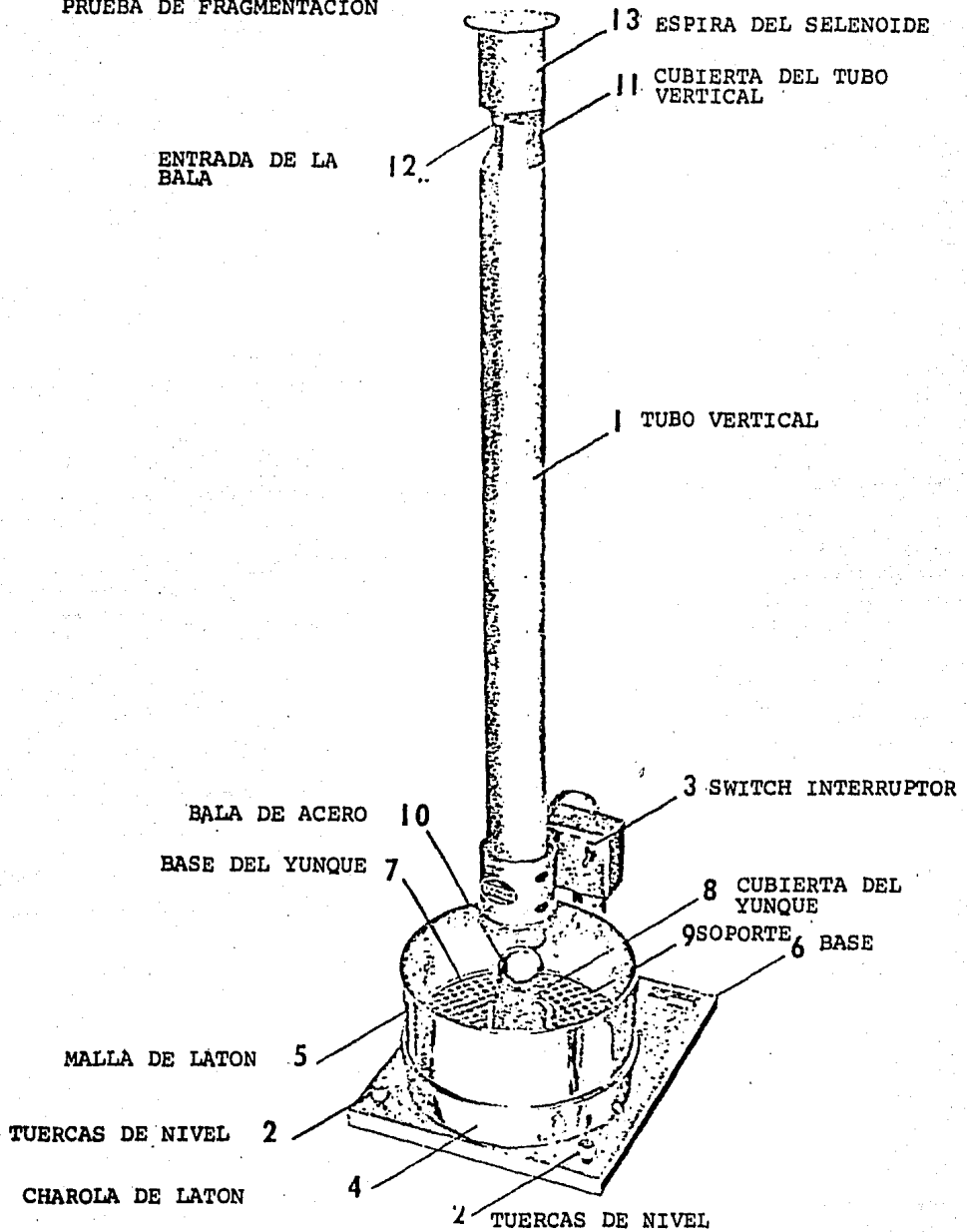
dica, se coloca sobre un yunque en el centro de una malla de latón de 24 cm. de diámetro y 9.6 cm. de altura que tiene una abertura - de 12 mm. (0.5 plg), exactamente arriba del yunque, donde se coloca el espécimen, se encuentra un tubo colocado en posición vertical en cuya parte superior se encuentra un electroimán el cual se utiliza para sostener un balín, de peso normal, exactamente a una altura de 2 m(6 ft) el balín, colocado a esta altura, cae sobre la probeta de ensayo al momento de apagar el electroimán.

Para conocer el índice de Shater se pesa la arena que quedó en la malla y se divide entre el peso total de la arena de moldeo, con el cual se logró producir un espécimen cilíndrico estandar.

Un valor de fragmentación abajo de 30 %, significa que la arena tiene baja dureza y poca habilidad para levantarse; un valor arriba del 75 % significa que la arena tiene alta dureza.

Un rango aceptable estaría entre 50 y 85 %, sin embargo, - el rango exacto queda establecido según el tipo de arena.

APARATO PARA LA  
PRUEBA DE FRAGMENTACION



## C A P I T U L O   I I

### P U N T O   D E   T E M P L E

En las mezclas simples arena-bentonita-agua, se observa un comportamiento singular con respecto a varias propiedades físicas. Al variar la cantidad de agua para un mismo contenido de bentonita- y a varios niveles de esta, se observa la existencia de una relación definida bentonita/agua para la cual se alcanza:

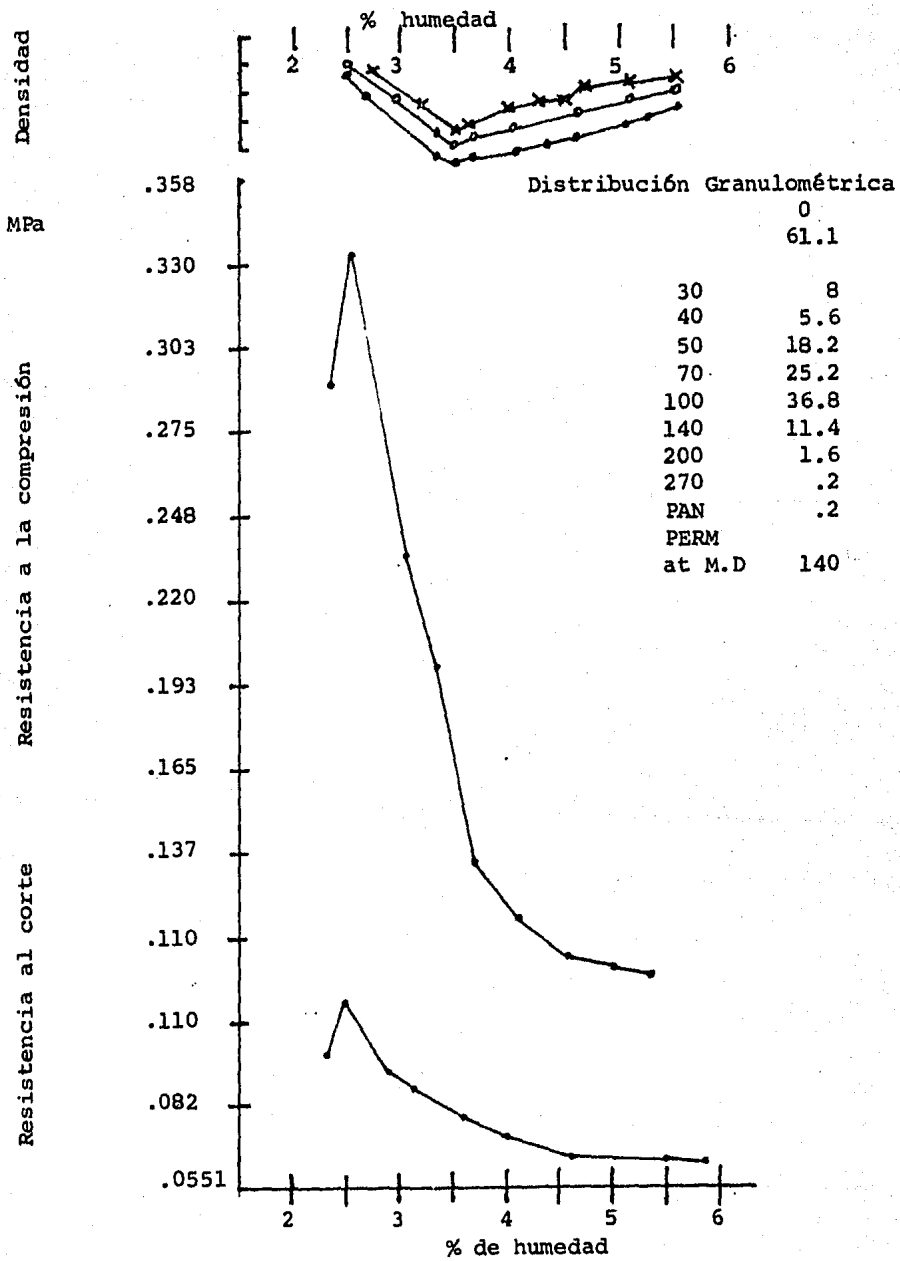
- a) Un máximo de resistencia a la compresión
- b) un máximo de resistencia al corte
- c) Una mínima densidad

Esto se muestra en la figura No. 2.1

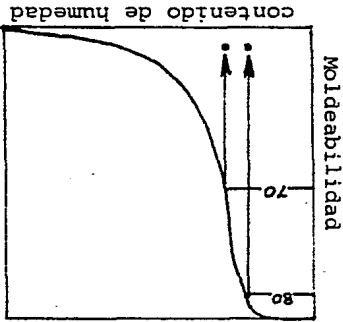
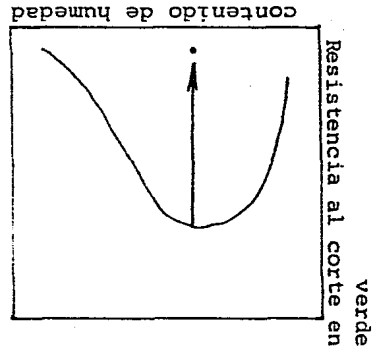
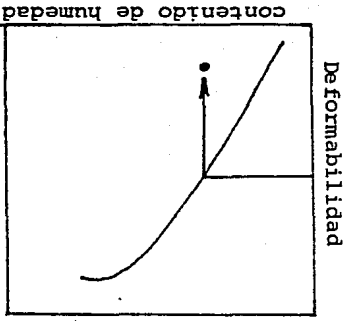
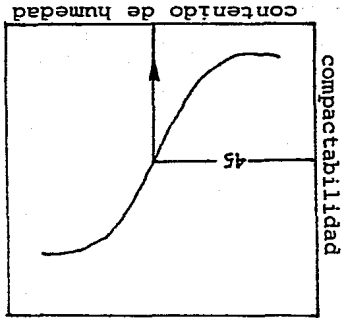
En ella, el punto que representa esos valores se denomina punto "Temper" o de Temple. Clásicamente solo dos parámetros: Máxi- mo un valor de resistencia a la compresión y mínimo un valor de den- sidad definen a la mezcla en su estado de Temper.

Sin embargo otros ensayos como son compactabilidad, defor- mabilidad, relación punto Shatter/Resistencia a la compresión, mol- deabilidad y resistencia a la tracción, definen también en forma -- característica al punto "Temper" y la habilidad para hacerlo según Roshan (Ref. No. 1 ) va en aumento según el orden en que fueron men- cionados figura No. 2.2

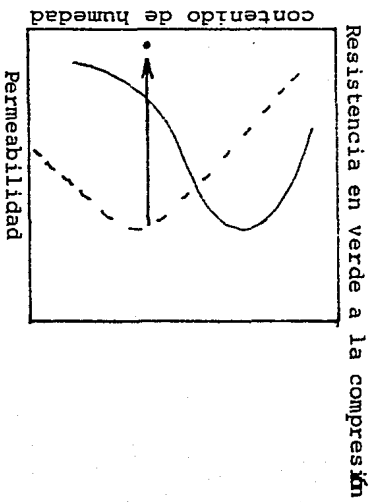
La razón de la existencia de este punto se sabe que se en-



"punto temper" de la mezcla arena de cuarzo - 10% Bentonita Sódica-agua.



Palpar con la mano





cuenta en el tipo de unión existente entre los granos de arena debido a la acción de la bentonita y el agua.

En un reporte reciente de G. Smiernov (Ref. No. 5 ) se ha actualizado el estado del conocimiento sobre el tipo de unión que se presenta entre los granos de arena.

En forma simplificada se postula que la bentonita mezclada con el agua, que rodea a los granos de arena, mantiene en su superficie cationes absorbidas. Las partículas de bentonita y esos iones mantienen un campo de fuerza eléctrica (+ ó -) que dirige -- los dipolos de agua y así unen la red que se forma de estos.

El campo de fuerza decrece al aumentar la distancia de la fuente eléctrica de tal manera que los dipolos que estan cerca de los iones, estan unidos más fuertemente que los que estan más lejos.

El agua así unida y orientada es a la que se llama agua "rígida" ó "humeda". Su rigidez decrece con el aumento de distancia de las partículas de bentonita o más exactamente de los cationes. Afuera de este campo de fuerza, el agua se vuelve "líquida", o sea, se mueve libremente y no está unida a los cationes.

La estructura que adopta el agua rígida ó húmeda es la de agua sólida; sin embargo, hay varias hipótesis al respecto que no se considerán aquí.

Las mezclas de arena de moldeo hasta el punto temper, desarrollan su resistencia debido a esta interconexión de agua rígida, además de las fuerzas de atracción electrostática (fuerza de van der Waals) entre las partículas de bentonita, y entre ellas y los granos de arena. En el punto temper se postula que se obtiene la estructura de capas de agua rígida máxima que favorece la resistencia de la mezcla.

Sin embargo, el agua también provoca la dilatación ("Swelling") de las bentonitas, y además de formar las capas de agua rígida se encuentran las capas de agua de hidratación. De esta forma, se ocasionarían también un ligamento entre partículas sobre todo cuando hay un exceso de agua ó agua líquida: Cuando se rebasa el punto de Temple.

A el primer tipo de unión de capas de agua, se le denomina unión superficial y actúa sobre una superficie más grande, a la unión debida al agua de hidratación, se le denomina unión de puente.

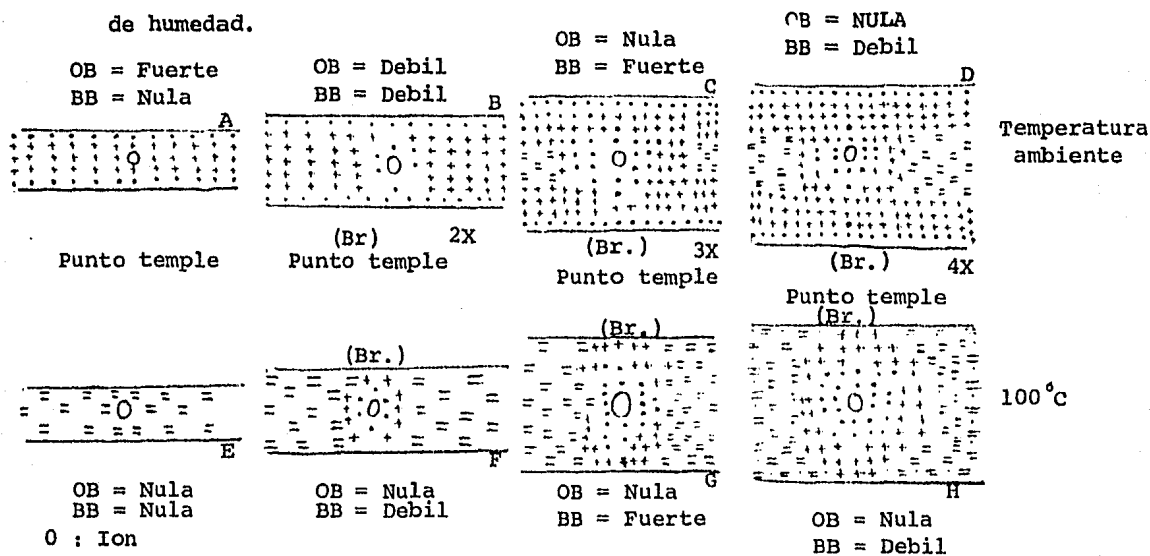
Se postula también que los valores de resistencia de una mezcla de arena en verde se deben a la contribución de los dos tipos de uniones: superficial y de puente.

Siendo la superficial, la única que actúa en el punto de temple como ya se dijo y la de puente la única que actúa a tres ve-

ces el valor de humedad del punto temper, a temperatura ambiente. Esquemáticamente se representa lo anterior en la Figura 2.3

La temperatura, la clase y la cantidad de iones presentes determinan la unión de puente, éste tema no se tratará aquí - por no relacionarse con el presente estudio.

Figuera 2.3.: Unión de moléculas de agua entre superficies de partículas de arcilla y en capas de hidratación de iones adsorbidos a diferentes contenidos de humedad.



. . . : Unión fuerte de moléculas de agua  
 + + + : Unión débil de moléculas de agua  
 = = = : Falta de unión, movimiento libre de moléculas de agua.

OB: Superficie de unión  
 BB: Puente de unión  
 BR: Puente de agua

## C A P I T U L O   I I I

### TRABAJO EXPERIMENTAL

Habiendo realizado en el capítulo anterior un análisis de - - las características del punto temper o punto óptimo, y siendo nuestro principal objetivo estudiar las variaciones mecánicas de una mezcla - de arena de moldeo, en el presente capítulo procedemos a definir un - sistema experimental que nos permita estudiar estas variaciones.

#### 1. SELECCION DE ARENA DE MOLDEO.

Como ya se indicó anteriormente, existe un grán número de pro piedades que deben tomarse en cuenta en el control de una arena de mol deo, así también, la variedad de aditivos que pueden agregarse a es-- tas mezclas es sumante extensa; por lo tanto, para realizar éste tra- bajo, era necesario determinar los aditivos y la cantidad de ellos, - el tipo de arena y las pruebas a realizar.

La arena utilizada es una arena sílica, que anteriormente fue caracterizada como una arena tipo, y por este motivo sus propiedades físicas y químicas estaban perfectamente conocidas; siendo estas las siguientes:

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA ARENA UTILIZADA.

- |                                   |                |             |
|-----------------------------------|----------------|-------------|
| 1.- Índice de finura              | A. F. S. ----- | 42          |
| 2.- Materiales impalpables        | -----          | no presenta |
| 3.- Finos (inferiores a 0.125 mm) | -----          | 0.018 %     |

- 4.- Gruesos (superiores a 0.071 mm) ----- no presenta
- 5.- Distribución en tres tamices ----- 97.704 %
- 6.- Punto de sinterización ----- 1450 .c
- 7.- Coeficiente de angulosidad ----- 1.49
- 8.- Humedad ----- 0.5 %
- 9.- Pérdidas por calcinación ----- 0.18 %
- 10.- Superficie específica----- 106 cm<sup>2</sup>/g.
- 11.- Demanda de ácido ----- 1.3 ml/100g.
- 12.- Estructura de los granos ----- monolíticos
- 13.- Forma de grano ----- subangular
- 14.- Análisis químico:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
97.3%	1.08 %	0.01%	---	0.8%	0.01%

## 2.- SELECCION DEL AGLUTINANTE

La única base utilizada para seleccionar el aglutinante, es el hecho de que la bentonita sódica puede considerarse como la más utilizada, sin embargo, pueden proponerse nuevos estudios en los cuales se generen criterios para el mejor uso de las arcillas en la fundición.

## 3. SELECCION DE LOS ADITIVOS

De la misma manera, los aditivos más comunes y comerciales que utiliza la industria de la fundición, fueron los aditivos utilizados en este trabajo:

- 1.- Carbón marino
- 2.- Harina de madera
- 3.- Harina de sílice
- 4.- Oxido de hierro
- 5.- Mogul

Las proporciones empleadas para cada aditivo fueron tomadas de la literatura y son las siguientes:

- 1.- Carbón marino : 3%, 5.5% y 8%
- 2.- Harina de madera: 0.5%, 1.5% y 2%
- 3.- Harina desilice: 1.0%, 2.5.% y 3.5.%
- 4.- Oxido de hierro: 0.5%, 0.7% y 1.0%
- 5.- Mogúl: 0.5% y 1.5%

#### SELECCION DE LAS PRUEBAS A REALIZAR

En el capítulo anterior se mencionó que el punto óptimo de una arena de moldeo se logra cuando ésta tiene una máxima resistencia y mínima densidad; del mismo modo se indicó que las pruebas tales como compactabilidad, deformabilidad, moldeabilidad y fragmentación, definen acertadamente el punto óptimo de una arena de moldeo. En base a lo anterior, las pruebas seleccionadas fueron:

- 1.- Determinación de densidad
- 2.- Determinación de resistencia
- 3.- Determinación del Índice de shafer.

## DETERMINACION DEL TIEMPO OPTIMO DE MOLDEO

Para saber la mezcla óptima de la cual se partiría, se hizo necesario utilizar una mezcla base, tomada de trabajos anteriores - para conocer así el tiempo y la carga óptimas con que trabajaría el molino, posteriormente se averiguaron las proporciones mediante las cuales se obtenía una mezcla en el punto temper.

De acuerdo a lo anterior, se prepararon 2000 g. de mezcla - con las siguientes proporciones

Bentonita sódica: 8%  
Arena sílica: 88%  
Agua: 4%

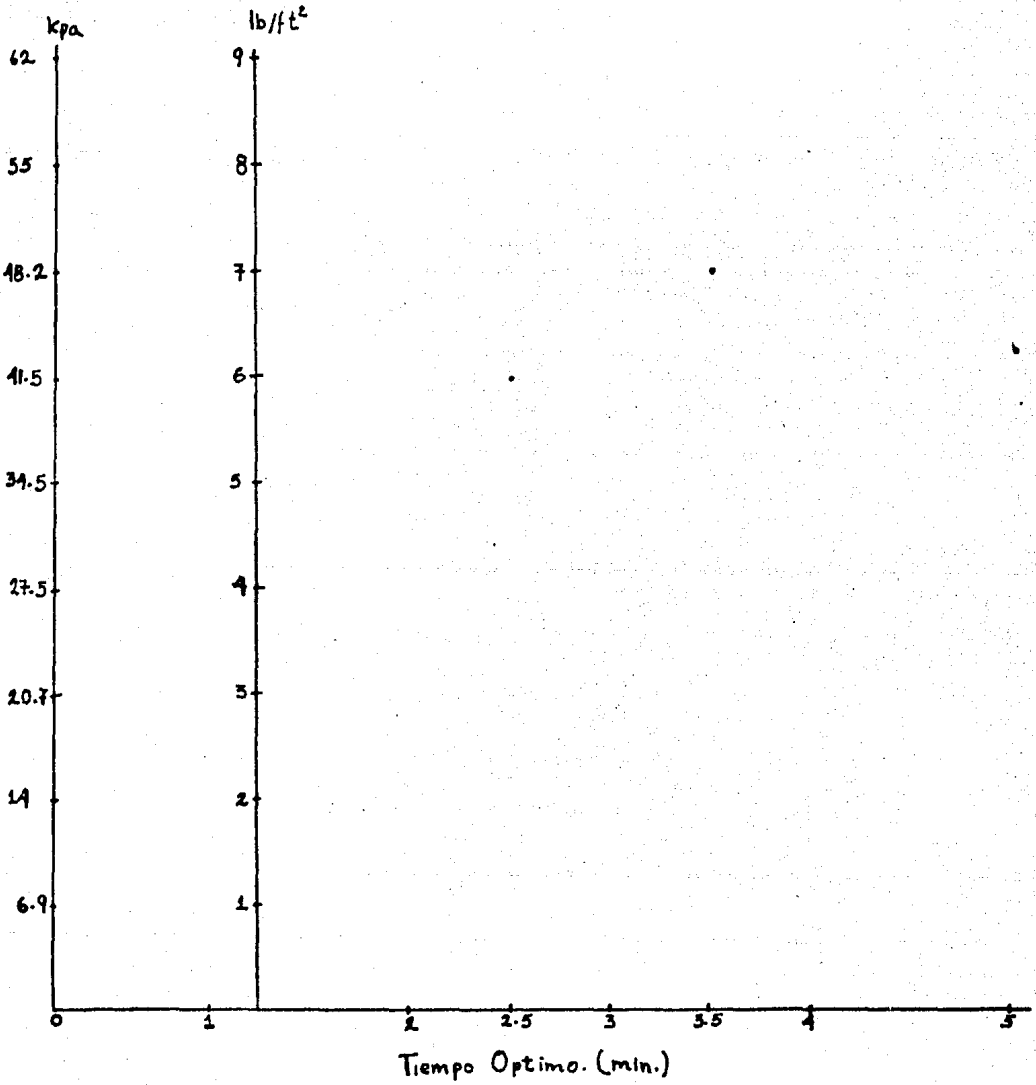
Esta mezcla se preparó varias veces variando el tiempo de molienda y realizando, para cada una de ellas, varias determinaciones de resistencia a la compresión en verde. Los resultados de ésta prueba se expresan a continuación.

1. T. seco	=	1 min.	
T. Hum	=	1.5 min.	R. comp. prom. = 6 (lb/plg. <sup>2</sup> )
T. Total	=	2.5 min.	41.39 (kpa)
2. T. seco	=	1.5 min.	
T. Hum.	=	2.0 min.	R. comp. prom. = 7 (lb/plg. <sup>2</sup> )
T. Total	=	3.5 min.	48.29 (kpa)



# TIEMPO OPTIMO

Tiempo Total.- 3.5 min.  
T. Seco.- 1.5 min.  
T. humedo.- 2.0 min.



3. T. seco = 2.0 min.

T. Hum. = 3.0 min. R. comp. prom. = 6.3 (lb/plg.<sup>2</sup>)  
= 43.46 (Kpa)

De los resultados obtenidos se observa que la segunda mezcla presenta la mayor resistencia a la compresión; por lo tanto el tiempo de molienda utilizado para preparar las siguientes mezclas será el utilizado en éste caso.

#### DETERMINACION DE LA CARGA OPTIMA

Se procedió de la misma forma, utilizando una mezcla de arena con las mismas proporciones de 8% de bentonita, 4% de agua y 88% de arena sílica, pero en este caso se varó la carga del molino en 1000, 2000, 3000 y 4000 g., determinando en cada caso la resistencia a la compresión en verde promedio. Los resultados obtenidos fueron:

1. Carga = 1000 g.	R. comp. prom. = 4 (lb/plg. <sup>2</sup> )	= 27.59 (Kpa)
2. Carga = 2000 g.	" = 6.3 (lb/plg. <sup>2</sup> )	= 43.46 (Kpa)
3. Carga = 3000 g.	" = 7.2 (lb/plg. <sup>2</sup> )	= 49.67 (Kpa)
4. Carga = 4000 g.	" = 7 (lb/plg. <sup>2</sup> )	= 48.29 (Kpa)

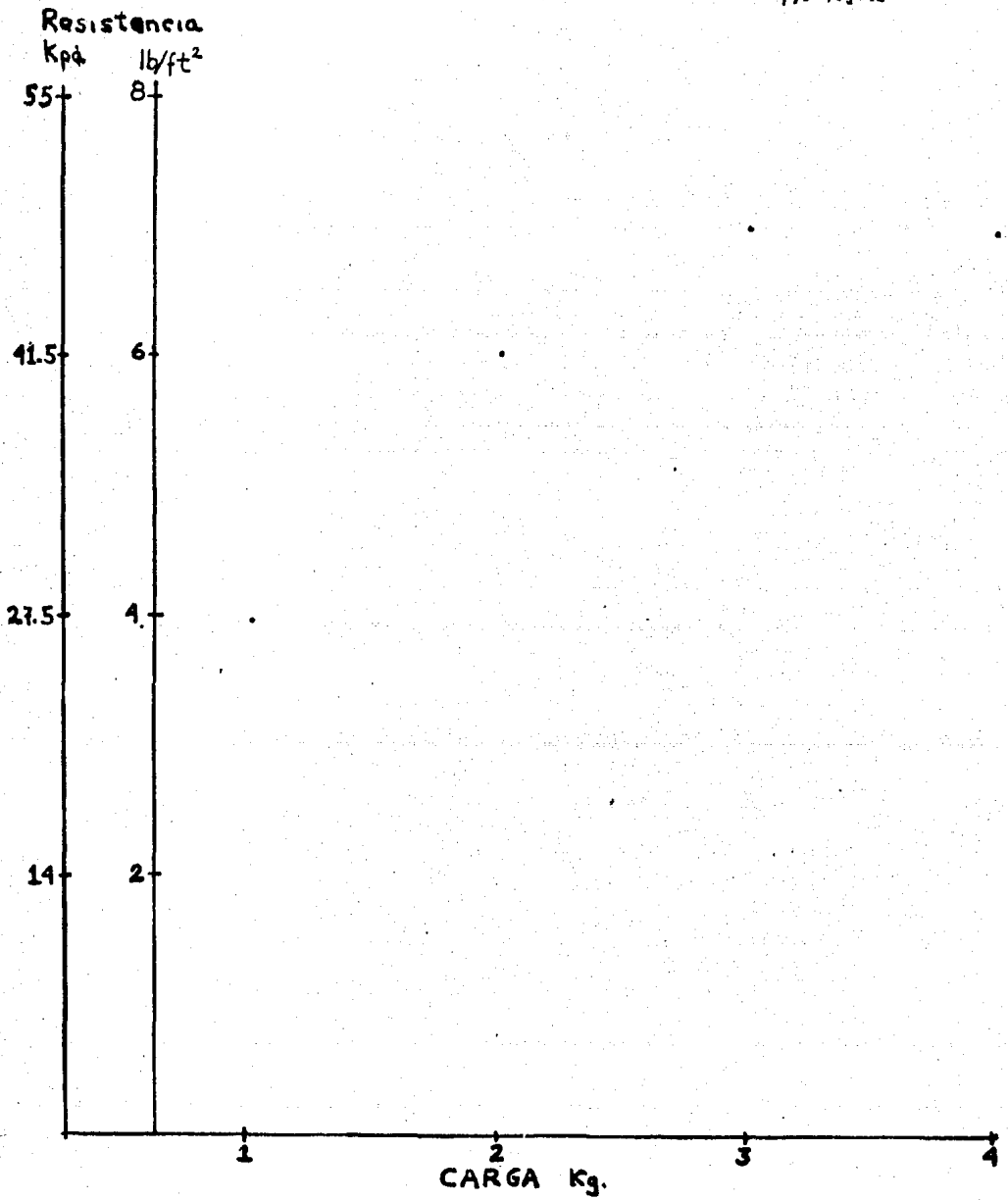
De los resultados se observa que la mejor molienda se logra con una carga de 3000 g.

#### DETERMINACION DEL PUNTO OPTIMO

Contenido de bentonita:

# CARGA OPTIMA

8% Bentonita  
4% Agua



Para determinar el contenido óptimo de bentonita, se utilizó un tiempo de mezclado de 3.5 min. y una carga en el molino de 3 000 manteniendo constante un 4%, de agua y variando la cantidad de bentonita desde 4% en adelante, calculando la resistencia promedio de cada una de las mezclas.

1. 4% Bentonita sódica

4% Agua	R. comp. prom.	= 6.15 (lb/plg <sup>2</sup> )
92% Arena sílica		= 42.42 (Kpa)

2. 6% Bentonita sódica

4% Agua		
90% Arena sílica	R. comp. prom.	= 8.08 (lb/plg <sup>2</sup> )
		= 55.74 (Kpa)

3. 8% Bentonita sódica

4% Agua		
88% Arena sílica	R. comp. prom.	= 9.81 (lb/plg <sup>2</sup> )
		= 67.67 (Kpa)

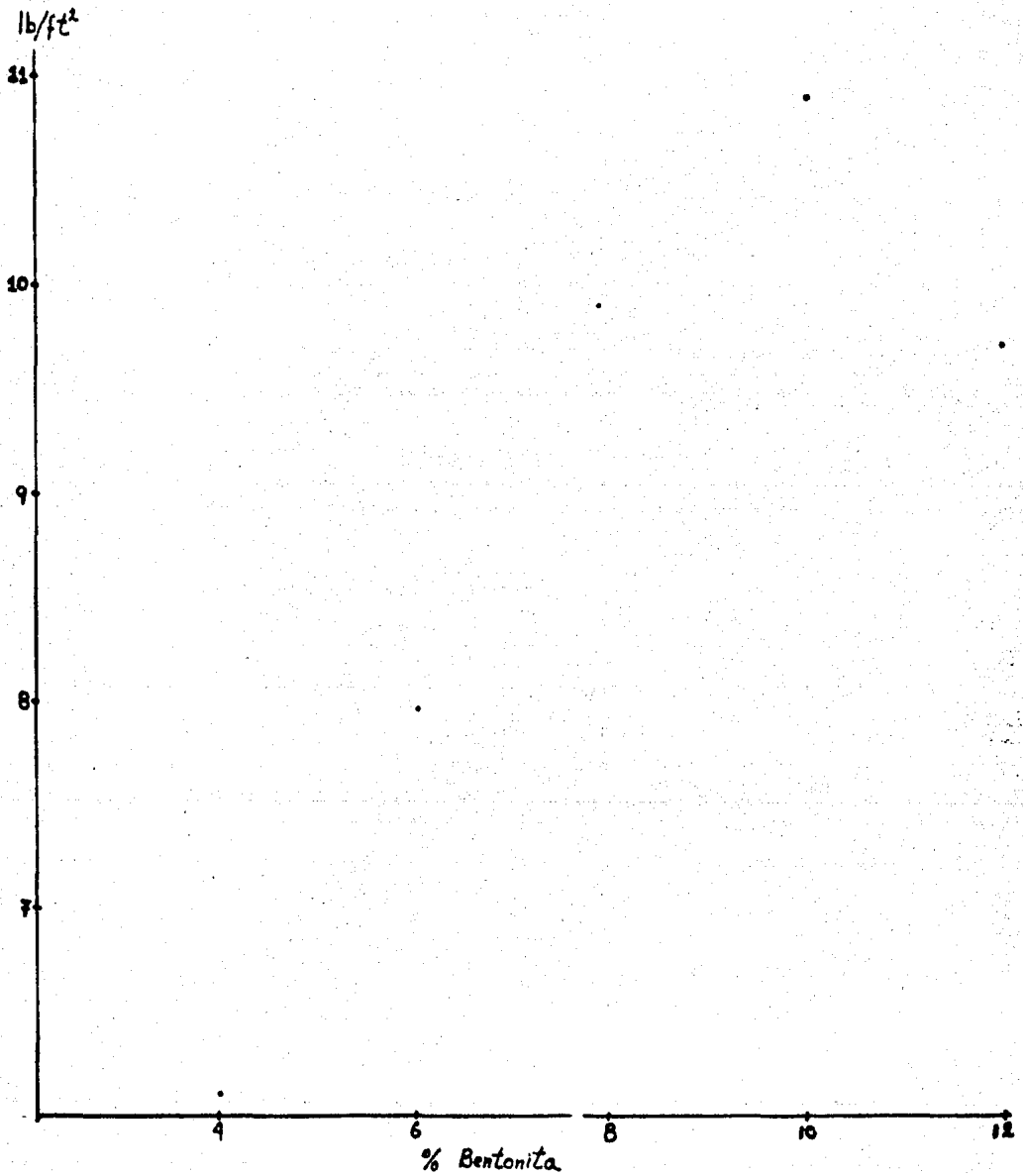
4. 10% Bentonita sódica

4% Agua		
86% Arena sílica	R. comp. prom.	= 10.95 (lb/plg <sup>2</sup> )
		= 75.54 (Kpa)

5. 12% Bentonita sódica

4% Agua		
84% Arena sílica	R. comp. prom.	= 9.76 (lb/plg <sup>2</sup> )
		= 67.33 (kpa)

# DETERMINACION DE BENTONITA



Observando los resultados obtenidos se puede deducir que la mayor resistencia se obtiene con un 10% de bentonita sódica; ésta -- cantidad de bentonita se mantendrá constante para encontrar ahora, -- el contenido de agua que en éste caso proporciona las mejores propiedades a la mezcla. Nuevamente se utilizó la prueba de resistencia a la compresión como indicador.

1.- 10% Bentonita sódica

3% Agua	R. comp. prom = 8.375 (lb/plg <sup>2</sup> )
87% Arena	= 57.77 (Kpa)

2.- 10% Bentonita sódica

4% Agua	R. comp. prom = 10.98 (lb/plg <sup>2</sup> )
86% Arena	= 75.74 (Kpa)

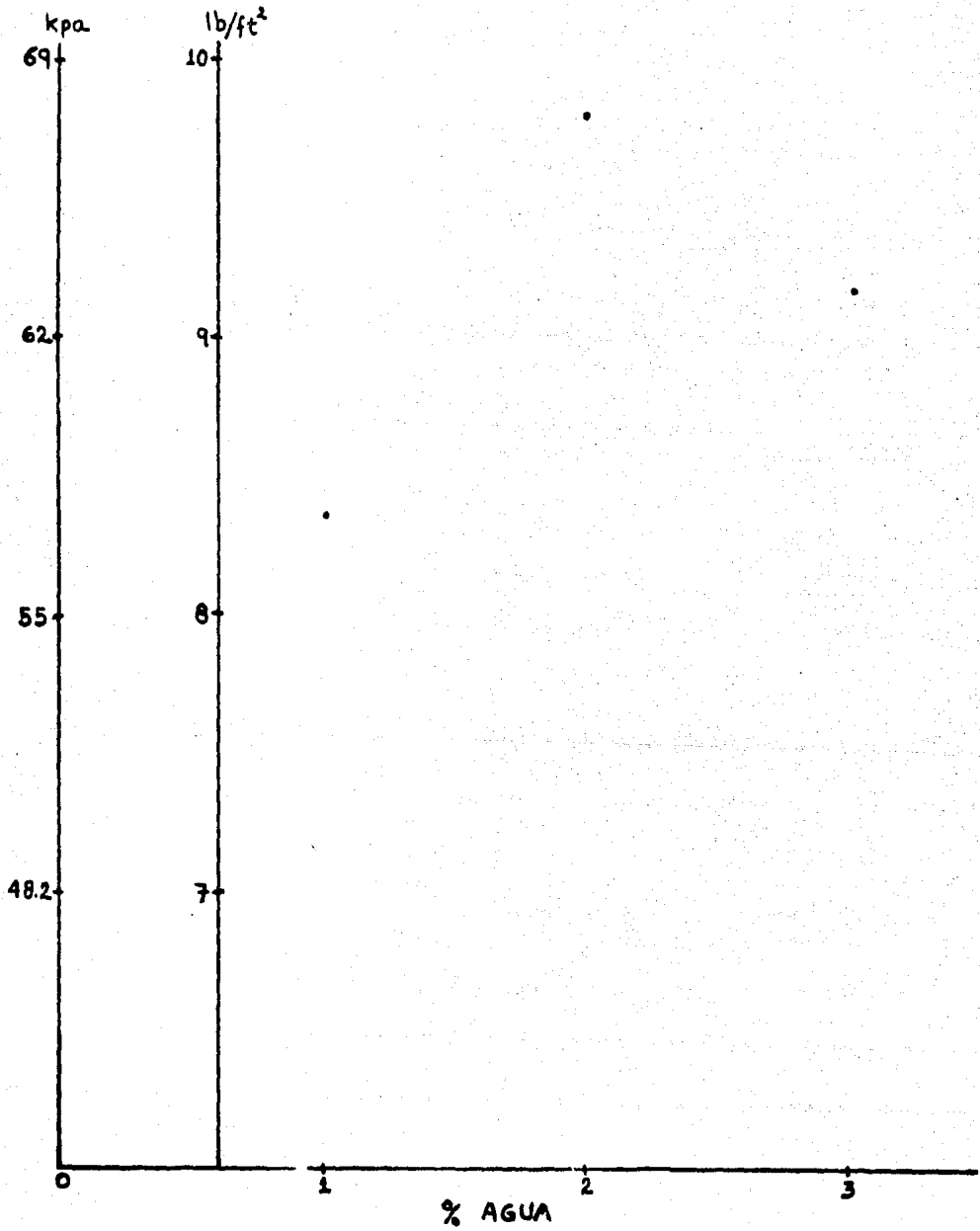
3.- 10% Bentonita sódica

5% Agua	R. comp. prom = 9.175 (lb/plg <sup>2</sup> )
85% Arena	= 63.29 (Kpa)

De acuerdo a las determinaciones anteriores se dedujeron -- las condiciones de trabajo y el punto óptimo, a partir de los cuales se estudiarían las variaciones en las propiedades mecánicas de una arena de moldeo, debido al uso de aditivos.

Después de esto, se procedio a preparar varias mezclas agregado aditivo en las proporciones indicadas, determinando a cada -- una: densidad, resistencia a la compresión en verde e índice de Shatter.

# PUNTO OPTIMO



CAPITULO IV

RESULTADOS



RESULTADOS DE DENSIDAD, RESISTENCIA A LA  
COMPRESION EN VERDE E INDICE DE SHATTER

(10 % de Bentonita Constante)

No.	aditivo	agua %	arena %	aditivo %	p.muestra G.	densidad lb/ft	Kg/mt <sup>3</sup>	resistencia lb/ft <sup>2</sup>	kpa	i. shater %
1	C.marinc	4	83	3	15	96.5	1546	7.90	54.5	64.98
2	"	4	80.5	5.5	155	97.41	1560.5	10.94	75.5	64.61
3	"	4	78	8	160	96.41	1545	11.20	77	55.32
4	"	2.5	84.5	3	160	95.93	1537	6.42	44.5	14.98
5	"	3	84	3	160	97.64	1564	9.04	62.5	87.43
6	"	4	83	3	155	100	1602	7.90	54.5	64.98
7	"	5	82	3	160	98.3	1575	10.18	70.5	31.16
8	"	6	81	3	160	99.75	1598	8.85	61	84.59
9	"	2.5	82	5.5	155	94.31	1511	11.93	82.25	27.91
10	"	3	81.5	5.5	150	95.93	1537	16.02	110.5	75.03
11	"	4	80.5	5.5	155	97.41	1560.5	10.94	75.5	64.61
12	"	5	79.5	5.5	160	96.79	1550.5	12.96	89.5	90.00
13	"	6	78.5	5.5	160	98.75	1582	9.0	62.0	82.90
14	"	2.5	79.5	8	150	96.69	1549	14	96.5	6.37
15	"	3	79	8	150	98.26	1574	13.74	95	83.11
16	"	4	78	8	160	96.41	1544	11.20	77	50.32
17	"	5	77	8	155	98.89	1568	13.64	94	83.80

(continuación)

18	"	6	76	8	160	94.50	1514	13.00	90	80.20
19	H.Silice	4	85	1	165	99.41	1592.5	8.58	59.0	35.18
20	"	4	83.5	2.5	160	98.35	1575.5	12.3	85	33.90
21	"	4	82.5	3.5	160	100.4	1608.5	11.08	76.5	33.5
22	"	2.5	86.5	1	155	91.9	1472.0	12.93	89.0	30.73
23	"	3	86	1	160	98.87	1584	9.55	66	44.30
24	"	4	85	1	165	99.41	1592.5	8.58	59	35.18
25	"	5	84	1	160	95.93	1537	6.79	47	6.3
26	"	2.5	85	2.5	160	98.05	1571	4.59	32	24.20
27	"	3	84.5	2.5	160	98.70	1581	8.50	59	36.45
28	"	4	83.5	2.5	160	98.35	1575.5	12.3	85	81.10
29	"	5	82.5	2.5	165	99.13	1588	10.34	71.5	78.68
30	"	6	81.5	2.5	165	98.30	1575	8.26	57	35.35
31	"	2.5	84	3.5	165	98.36	1576	6.02	41.5	23.03
32	"	3	83.5	3.5	165	98.68	1581	9.04	67.5	36.41
33	"	4	82.5	3.5	160	100.4	1608.5	11.08	76.5	33.58
34	"	5	81.5	3.5	160	98.81	1583	9.70	67	76.56
35	H.Madera	4	85.5	0.5	160	98.15	1572.5	9.22	63.5	47.03

(continuación)

36	"	4	84.5	1.5	160	98.85	1583.5	9.13	63	65.06
37	"	4	84	2	160	98.60	1579.5	8.66	60	61.0
38	"	2.5	87	0.5	155	98.45	1577.0	7.49	52	21.19
39	"	4	85.5	0.5	160	98.85	1583.5	9.22	63.5	47.03
40	"	6	83.5	0.5	155	98.43	1577	8.10	56	80.23
41	"	2.5	86	1.5	160	98.68	1581	6.46	44	16.1
42	"	4	84.5	1.5	160	98.85	1583.5	9.13	63	65.06
43	"	5	83.5	1.5	160	98.83		10.01		76.00
44	"	6	82.5	1.5	165	99.51	1594	10.12	70	87
45	"	2.5	85.5	2	160	100.68	1613	3.85	26.5	7.4
46	"	4	84	2	160	98.60	1599.5	8.66	60	61.0
47	"	5	83	2	160	99.00		9.50		72.0
48	"	6	82	2	165	99.62	1596	10.63	73.5	83
49	O.de H.	4	85.5	0.5	160	99.33	1591.0	9.40	65	69.31
50	"	4	85.3	0.7	160	99.12	1588	9.13	63	69.87
51	"	4	85	1	160	99.82	1589	9.75	67	68
52	"	2.5	87	0.5	158	92.12	1588	6.76	46.5	78.64
53	"	4	85.5	0.5	160	99.33	1591.0	9.40	65	69.31
54	"	6	83.5	0.5	165	99	1586	7.87	54	81.73

(continuación)

55	"	2.5	86.8	0.7	160	99.75	1599	7.21	50	80.68
56	"	4	85.3	0.7	160	99.52	1588	9.13	63	69.87
57	"	6	83.3	0.7	165	99.31	1591	8.15	56	84.5
58	"	2.5	86.5	1	160	99.56	1595	7.33	50.5	15.02
59	"	4	85	1	160	99.82	1599	9.75	67	68
60	"	6	83	1	165	99.65	1596.5	8.75	60.5	82.11
61	Mogul	4	85.5	0.5	160	99.68	1597	8.85	61	56.56
62	"	4	85	1	160	99.43	1593	7.82	54	58.10
63	"	2.5	87	0.5	160	99.36	1592	5.88	40.5	16.78
64	"	4	85.5	0.5	160	99.68	1597	8.85	61	56.56
65	"	6	83.5	0.5	165	98.75	1582	8.60	59.5	82.07
66	"	2.5	86.5	1	160	100.75	1614	5.6	39	10.05
67	"	4	85	1	160	99.43	1593	7.82	54	58.10
68	"	6	83	1	165	98.5	1578	9.25	64	87.00

Densidad

	kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100	
1586	99	
1570	98	
1554	97	
1538	96	
1522	95	
1506	94	
1490	93	
1474	92	
1458	91	
1442	90	

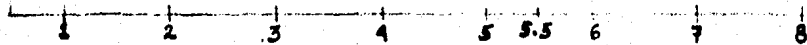
10% Bentonita  
4% Agua

Shatter

- 90
- 80
- 70
- 60
- 50
- 40
- 30
- 20
- 10

Resistencia

	Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20	
124	18	
110.3	16	
96.5	14	
83	12	
69	10	
55	8	
41.5	6	
27.5	4	
14	2	

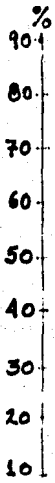


% Carbon Marino

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

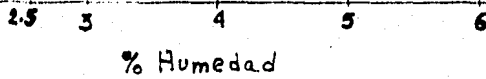
10 % Bentonita  
3 % C. Marino



Shatter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
158	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	

Resistencia



% Humedad

Densidad

10 % Bentonita  
5.5 % C. Marino

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

%
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Shatter

kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia

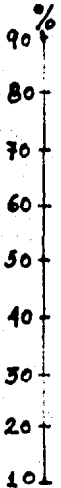
% Humedad
2
2.5
3
4
5
6
7

% Humedad

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1601	100
1596	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1566	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

10% Bentonita  
8% c. Marino



Shatter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia



% Humedad



Densidad

	Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100	
1586	99	
1570	98	
1554	97	
1538	96	
1522	95	
1506	94	
1490	93	
1474	92	
1458	91	
1442	90	

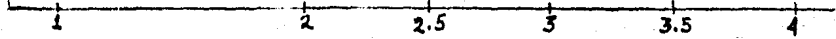
10 % Bentonita  
8 % H. Hadera

Shatter

%
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Resistencia

	Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20	
124	18	
110.3	16	
96.5	14	
83	12	
69	10	
55	8	
41.5	6	
27.5	4	
14	2	



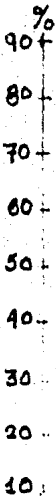
% Harina Silicea

Densidad

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

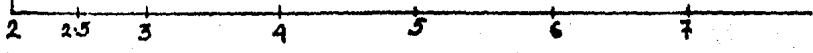
10 % Bentonita  
1 % H. Silice

Shatter



Resistencia

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

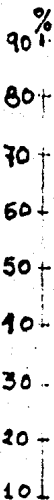


% Humedad.

Densidad

Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

10% Bentonita  
2.5% H. Silice

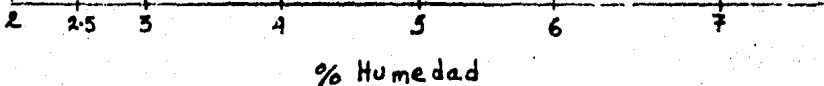


Shatter

Kpa lb/ft<sup>2</sup>

158	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia



$\text{kg/m}^3$	$\text{lb/ft}^3$
1602	100+
1586	99-
1570	98-
1554	97-
1538	96-
1522	95-
1566	94-
1490	93-
1474	92-
1458	91-
1442	90-

Densidad

10 % Bentonita  
3.5 % H. Silice

%  
90+  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

Shatter

kpa	$\text{lb/ft}^2$
138	20+
124	18+
110.3	16+
96.5	14+
83	12+
69	10
55	8-
41.5	6-
27.5	4-
14	2-

Resistencia

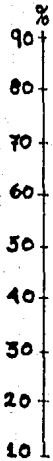
2 2.5 3 4 5 6 7 8  
% Humedad

Densidad

$kg/m^3$	$lb/ft^3$
1601	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1566	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

10 % Bentonita  
4 % Agua

Shatter

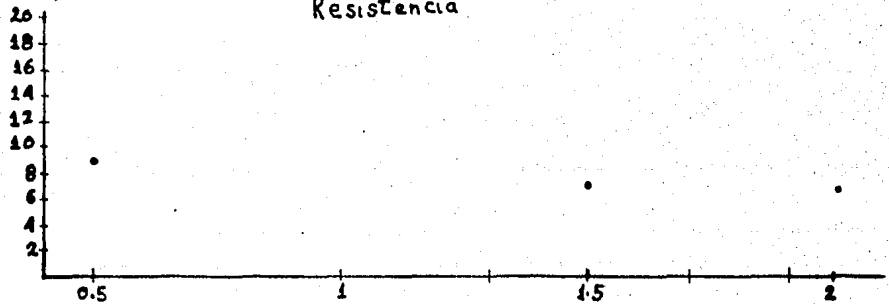


Resistencia

$Kpa$	$lb/ft^2$
158	20
124	18
110.3	16
96.5	14
85	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2



% Harina de Madera



10

Densidad

10 % Bentonita  
0.5 % H. Madera

$Kg/m^3$	$lb/ft^3$
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1566	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Shatter

%  
90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

Resistencia

Kpa	$lb/ft^2$
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

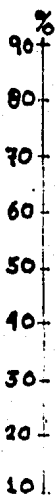
2 2.5 3 4 5 6 7 8

% Humedad

Densidad

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

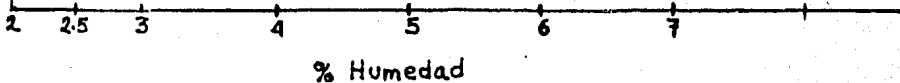
10 % Bentonita  
1.5 % H. Madera



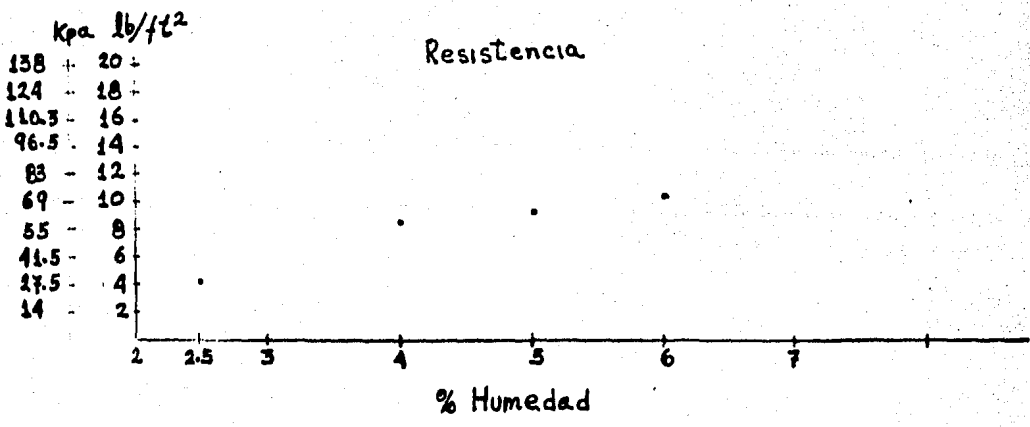
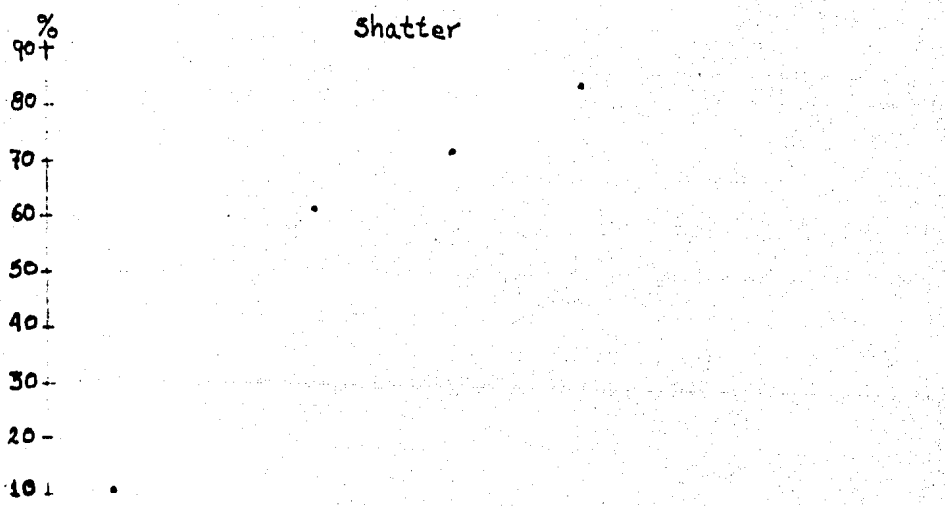
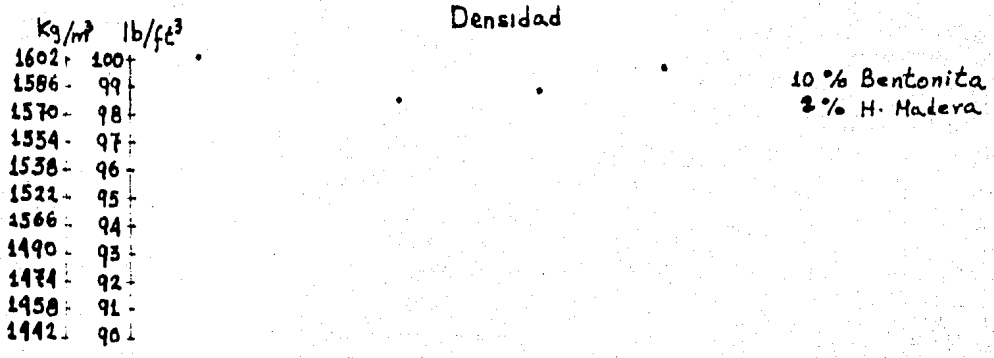
Shatter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia



% Humedad





kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

10 % Bentonita  
4 % Agua

90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

Shatter

kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia

0.5

0.7

1

% Oxido de Hierro

14

Densidad

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

10 % Bentonita  
0.5 % Oxido de Hierro

Shatter

90  
80  
70  
60  
50  
40  
30  
20  
10

Resistencia

kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

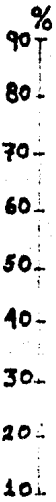
% Humedad

2 2.5 3 4 5 6

Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

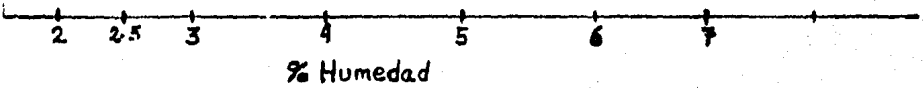
10 % Bentonita  
0.7 % Oxido Hierro



Shalter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia



% Humedad

Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

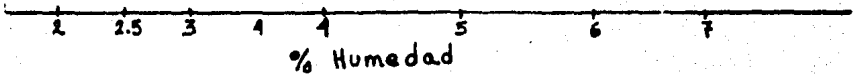
10 % Bentonita  
1 % Oxido Hierro



Shatter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20
124	18
110.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

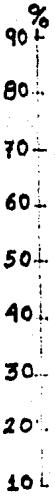
Resistencia



Kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1682	100+
1585	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1566	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

10% Bentonita  
4% Agua



Shatter

Kpa	lb/ft <sup>2</sup>
138	20+
124	18
110.5	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia

0.5

0.75

1

% Mogue

$\text{kg/m}^3$	$\text{lb/ft}^3$
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

Densidad

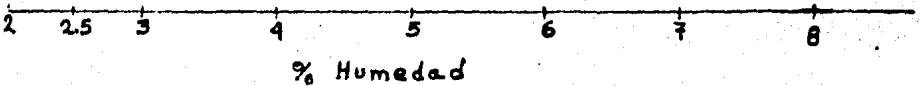
10% Bentonita  
.5% Mogul

%
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Shatter

kpa	$\text{lb/ft}^2$
138	20
124	18
110	16
96	14
83	12
69	10
55	8
41	6
27	4
14	2

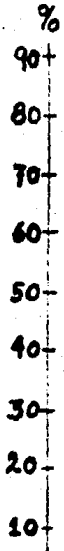
Resistencia



Densidad

10% Bentonita  
1% Mogúl

kg/m <sup>3</sup>	lb/ft <sup>3</sup>
1602	100
1586	99
1570	98
1554	97
1538	96
1522	95
1506	94
1490	93
1474	92
1458	91
1442	90

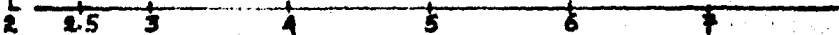


Shatter

Kpa lb/ft<sup>2</sup>

138	20
124	18
100.3	16
96.5	14
83	12
69	10
55	8
41.5	6
27.5	4
14	2

Resistencia



% Humedad

C A P I T U L O V  
D I S C U S I O N E S

Como puede apreciarse en las gráficas anteriores, el punto "temper" experimenta un comportamiento diferente en cada una de las pruebas con las que fué determinado. Para cada una de éstas se encuentra una diferencia de comportamiento cuando es cambiado el aditivo.

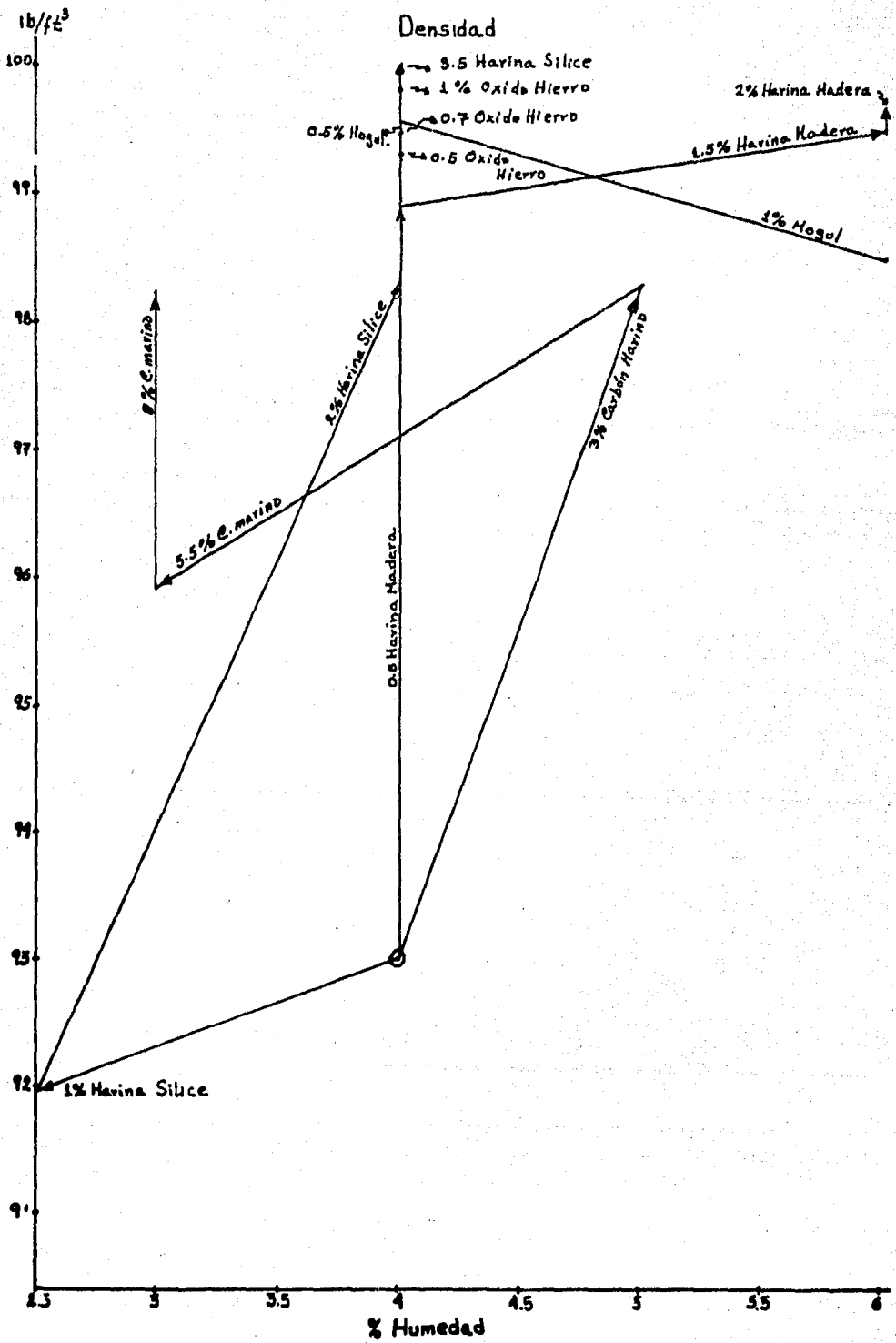
En la prueba de densidad únicamente el carbón marino y la harina de sílice provocaron fuertes variaciones en los valores del punto "temper", las alteraciones que se presentaron con harina de madera y magúl, vienen a ser menores y el óxido de hierro mantiene el valor del 'temper' prácticamente sin variación.

En la prueba de resistencia a la compresión y el ensayo - shatter el óxido de hierro es el único aditivo que no altera el valor del temper, en cuanto a la prueba de fragmentación o determinación del índice de shatter, puede decirse que se trata de una prueba sumamente sensible y delicada ya que ésta puede verse alterada por varios factores difíciles de controlar, como la pérdida rápida de humedad. Debido a ésto, los resultados obtenidos en este caso son bastante aleatorios, por lo que no es posible llegar a una verdadera conclusión.

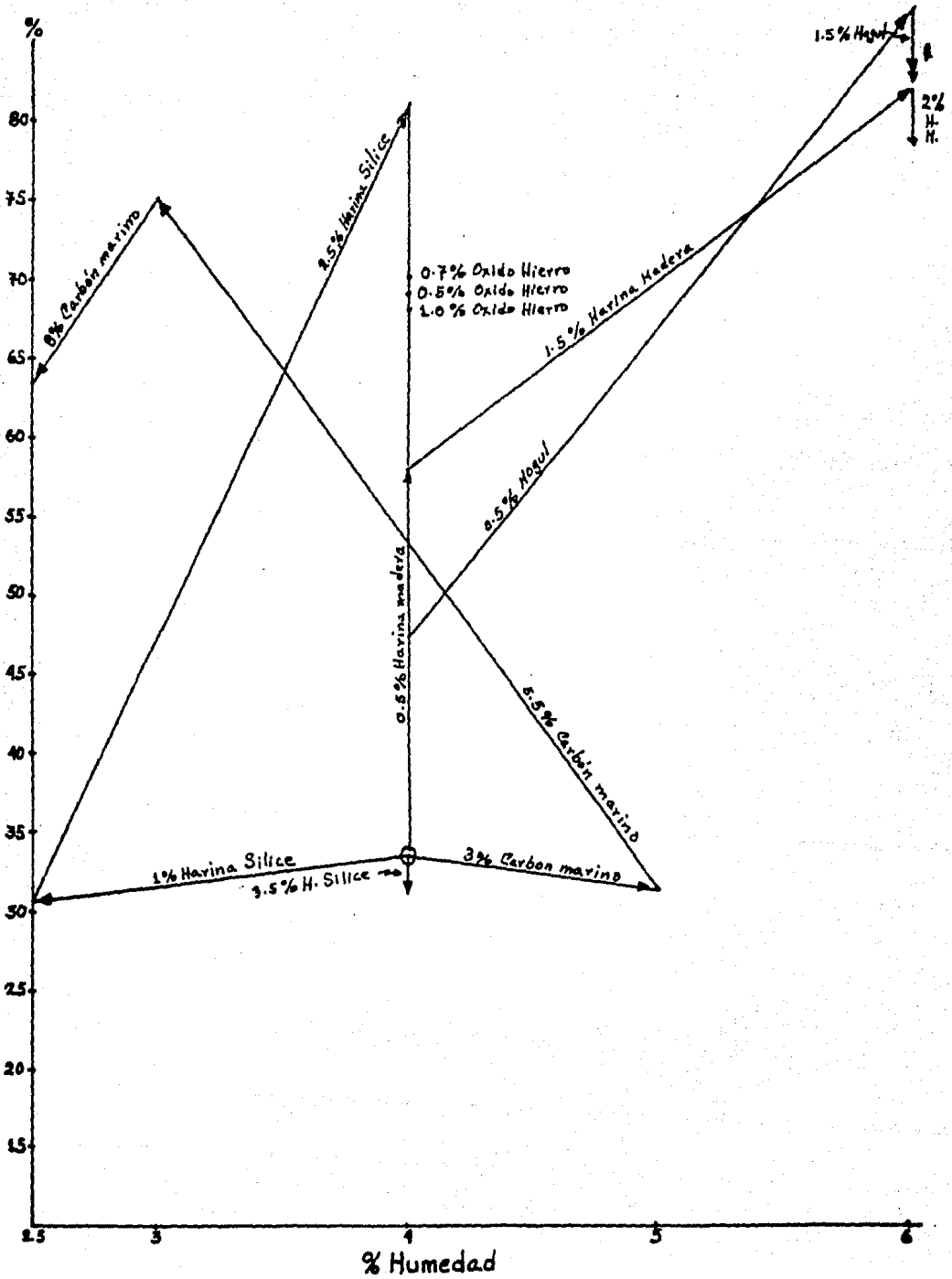
En general se puede decir que las tres propiedades; shat--



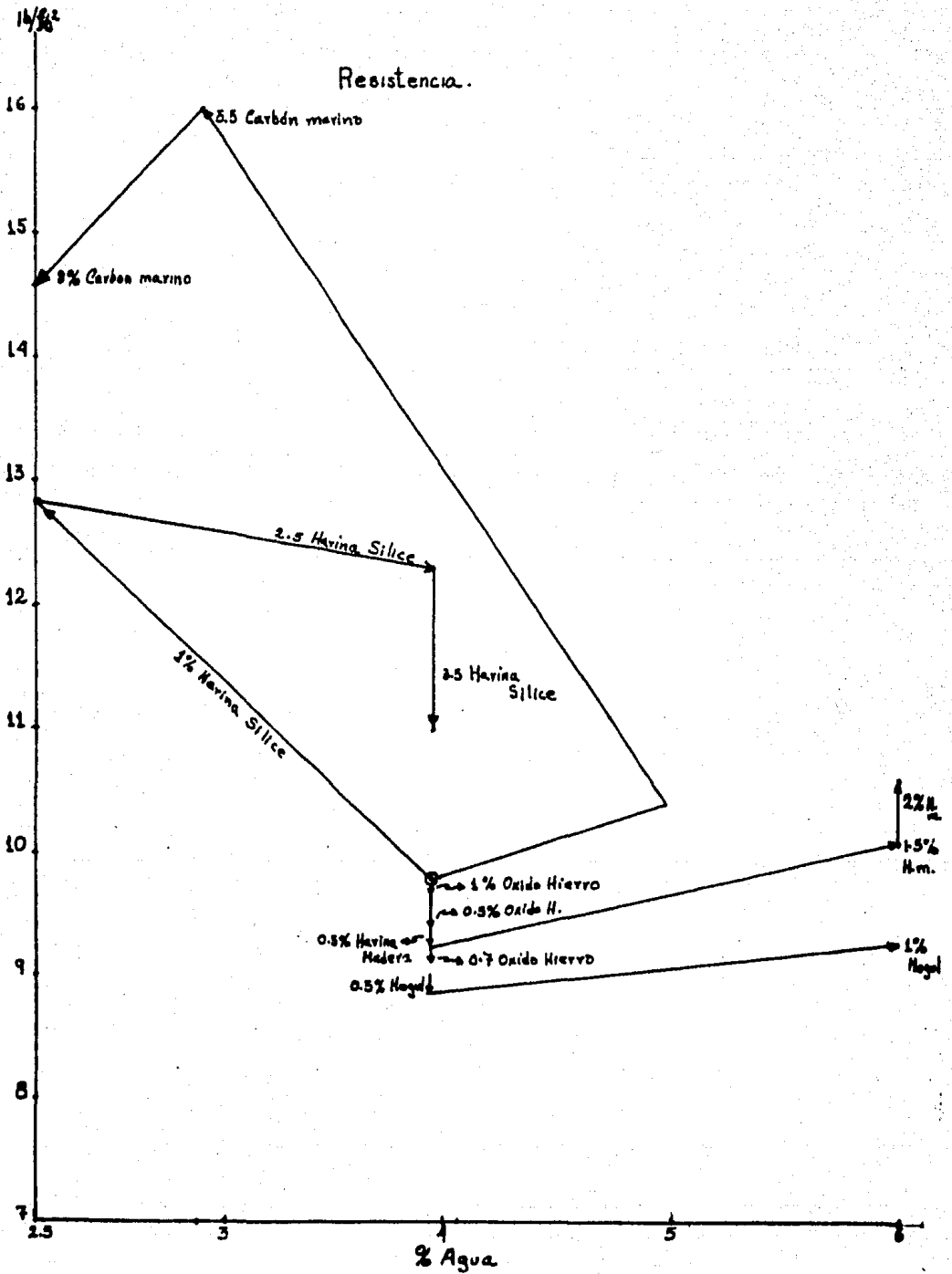
ter, densidad y resistencia a la compresión, manteniendo un 4 %, de agua, como se observa en la figura 4.1, 4.9, 4.13 se mantienen cons tantes al ir variando el contenido de aditivo para un mismo aditivo.



# INDICE DE SHATTER



# Resistencia.



## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- . El óxido de hierro es el único aditivo de los estudiados que no altera el punto temper de una mezcla arena - bentonita - agua.
  
- . El Mogúl, la harina de madera, el carbón marino y la harina de sílice modifican el valor del punto -- "temper", los dos últimos de una forma muy aleatoria.
  
- . Conforme a los resultados de este trabajo la prueba shatter no muestra ser un ensayo eficaz para la determinación del punto "temper"

## RECOMENDACIONES

A partir del trabajo realizado y los resultados obtenidos se recomienda los siguientes puntos:

- . Realizar las mismas pruebas utilizando otros aditivos y sobre todo, buscando utilizar mezclas de estos.
  
- . Realizar un estudio específico sobre las propiedades físicas y químicas del punto óptimo de una mezcla de arena en verde.
  
- . Realizar un estudio específico sobre la determinación del índice de Shater o prueba de fragmentación.

## GLOSARIO DE TERMINOS

A

### ABRASIVO

Cualquier material duro y con bordes cortantes apto para --- desgastar otro material más blando y menos resistente.

### ABSORCION

Penetración de un líquido o gas dentro de un espacio poroso.

### ACEITES COMBUSTIBLES

Destilados del petróleo utilizados en mezclas de arena de -- moldeo para reducir la formación de terrones y retardar el secado; -- también empleados como agentes separadores.

### ADHERENCIA

Las fuerzas de atracción que operan en la superficie de mate-- riales o moléculas diferentes para unirlos.

### ADSORCION

La adherencia de un material sobre la superficie de otro, -- usualmente en capas monomoleculares. No es una reacción química.

### AGENTE AGLUTINANTE

(v. Aglutinante).

### AGENTE HUMECTANTE

Un agente activador de la superficie, añadido para incrementar la efectividad de un líquido humedecedor en una suspensión o sistema análogo reduciendo la energía interfacial.

### AGLOMERANTE

(v. Aglutinante)

### AGLUTINANTE

Cualquier material en una mezcla de arena que, por medio de adherencia y/o cohesión, liga los granos de arena al grado deseado -- para los requisitos de la fundición.

### AGLUTINANTE DE CEREAL

Almidones gelatinizados y/o dextrinizados empleados como agentes ligantes en mezclas de arena.

### AGREGADO

Un grupo de dos o más partículas. Los agregados duros funcionan como partículas simples. Los floculados blandos se clasifican como agregados pero no funcionan como partículas simples.

### ALMIDON

Un carbohidrato complejo, natural, derivado de granos, tubérculos o raíces.



AMORFO

No cristalino.

ANTRACITA

Un carbón natural duro que contiene mucho menos materia volátil que el carbón bituminoso. Se emplea como material de contacto o de superficie para moldes.

APISONADO

(v. Moldeo)

ARCILLA

Silicatos de alúmina hidratados empleados como agentes aglutinantes en mezclas de arena.

ARCILLA AGLUTINANTE

Cualquier material arcilloso capaz de funcionar como aglutinante.

ARCILLA REFRACTARIA

Una mezcla natural de caolinita y pequeñas partículas de cuarzo empleada como aglutinante en arenas para fundición.

ARCILLA SILICEA

Arcilla con un porcentaje elevado de sílice.

## ARENA

Granos de minerales no metálicos, de ordinario cuarzo, que se clasifican por el tamaño de las partículas con diámetros de entre 33360 a 53 micras, según norma norteamericana.

## ARENA, CONTROL DE

(v. Control de la arena).

## ARENA, MEZCLA COMPUESTA

Cualquier mezcla de arena que consiste de materiales seleccionados y/o que tiene las propiedades deseadas para la preparación de moldes.

## ARENA ABIERTA

Una mezcla de arena compactada que permite el paso libre de los gases.

## ARENA ANGULOSA

Una arena sustancialmente libre de aglutinantes. El término no implica la forma de los granos.

## ARENA DE BANCO

Arena procedente de depósitos sedimentarios que generalmente contiene menos del 5 por ciento de arcilla AFS.

ARENA DE CIRCONIO

( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ). Arena compuesta de silicato de circonio casi - puro.

ARENA DE DUNA

Arena que se acumula en bancos por la acción del viento.

ARENA LAVADA Y SECA

Arena nueva que ha sido procesada (tratada) por lavado o secado y que se clasifica bien por tamizado o hidráulicamente.

ARENA DE MOLDEO AGLUTINADA NATURALMENTE

Arena que se obtiene de depósitos naturales y que contiene - materias ligantes suficientes para el uso indicado.

ARENA DE MOLDEO SINTETICA

(v. Arena, mezcla compuesta)

ARENA DE MONTON

Una mezcla de arena que se amontona para volverla a utilizar.

ARENA DE OLIVINA

Olivina triturada.

### ARENA DE PISO

Una mezcla de arena preparada y utilizada para el moldeo en el piso. También arena vieja de fundición.

### ARENA QUEMADA

Una mezcla de arena en la cual el agente aglutinante ha sido calcinado parcial o totalmente por el calor de la operación de colado.

### ARENA REAGLUTINADA (REACONDICIONADA)

Mezclas de arena de moldeo usadas o recuperadas que se restituyen a la condición de utilizables por la adición de nuevo material aglutinante.

### ARENA DE RELLENO

Cualquier mezcla de arena utilizada para rellenar adoberas - después que la arena de superficie se encuentra en su lugar.

### ARENA SECA

Arena con menos de 0.5 por ciento de humedad.

### ARENA DE SILICE

Arena compuesta de bióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) casi puro.

### ARENA DE SUPERFICIE O DE CONTACTO

Una mezcla de arena preparada especialmente y que se coloca adyacente al modelo para producir una superficie más lisa en la pieza fundida.

### ARENA EN VERDE

Una mezcla de arena para fundición que contiene agua u otro líquido.

### ARENAS, RECUPERACION DE

Tratamiento de las arenas usadas de una fundición por medios térmicos, hidráulicos y neumáticos para proveer un sustituto aceptable de las arenas nuevas.

### ATEMPERAR

Proceso de incorporar la cantidad de agua requerida para producir una mezcla de arena para una aplicación determinada.

**B**

### BENTONITA

Un mineral de arcilla plástica, montmorillonita, utilizado como aglutinante en mezclas de arena para fundición.

C

### CALCINACION

Una reacción química no reversible efectuada por la aplicación de calor en donde un material se descompone en dos o más compuestos diferentes.

### CAOLIN O CAOLINITA

Una arcilla de silicato de aluminio utilizada para aglutinar arenas de moldeo.

### CARBON BITUMINOSO

Un carbón natural, relativamente blando, conteniendo del 30 - al 35 por ciento de material volátil y que se emplea en las fundiciones como carbón marino (seacoal)

### CARBON MARINO (SEACOAL)

Un carbón finamente dividido (bituminoso principalmente) empleado de ordinario para proporcionar una buena superficie a piezas fundidas de hierro gris y de hierro maleable.

### CENIZAS VOLANTES

Un producto finamente dividido, separado de los gases combustibles que resultan de la combustión del carbón.

## CIRCONIO

(v. Arena de circonio)

## COHESION

Las fuerzas de atracción que actúan en las superficies de materiales o moléculas semejantes para mantenerlas unidas.

## COLAPSIBILIDAD

La susceptibilidad a la desintegración de la masa de una mezcla de arena moldeada bajo condiciones de esfuerzos aplicados a niveles de temperatura elevada.

## CONTRACCION

Una disminución en las dimensiones exteriores de la masa de una mezcla de arena debido a una disminución en la temperatura.

## CONTROL DE LA ARENA

El ensayo y evaluación de las propiedades de las mezclas de arena que se han de utilizar en las operaciones de la fundición.

## CORAZON

(v. Macho)

## CUARZO

(SiO<sub>2</sub>) El principal constituyente mineral de la arena de sílice.

CH

### CHAMOTA

Una mezcla para moldeado compuesta de un material de arcilla - refractaria calcinada y de grano grueso, mezclada con mineral de arcilla plástica como aglutinante.

D

### DEFORMACION

El cambio en dimensiones lineales a lo largo del eje del esfuerzo aplicado antes de la fractura en una masa moldeada, sin apoyo lateral, de una mezcla de arena. Esto se puede expresar como un cambio total o como cm/cm de la longitud original. La deformación se define además como:

- a) El estado de preparación de la probeta distinto al moldeado; por ejemplo, en verde, secada al aire, secada o estufada.
- b) A niveles de temperatura más elevados que la ambiente los valores se designan como "Deformación en caliente," indicando el nivel de la temperatura de ensayo; por ejemplo, deformación en caliente a 982 C.

### DENSIDAD

El peso del material por unidad de volumen. Para cuerpos porosos o para agregados, tales como mezclas de arena, el término se em



plea con frecuencia en lugar de "densidad aparente", el peso por unidad de volumen aparente. Los valores se relacionan de acuerdo con:  
$$\text{Densidad aparente} / \text{Densidad} = \text{por ciento de sólidos.}$$

#### DEXTRINA

Un carbohidrato gomoso, soluble, formado por la descomposición del almidón por el calor, ácidos o enzimas y empleado en los compuestos para machos, pinturas para moldes, adhesivo en los compuestos para machos y otros compuestos que requieran una elevada resistencia a la compresión en seco.

#### DIAMETRO PROMEDIO DE PARTICULAS

El diámetro de una partícula hipotética que en cierta forma represente el tamaño promedio de un grupo de partículas.

#### DILATANTE

Suspensiones de partículas que no están encerradas y que se encuentran en un estado de asentamiento de huecos mínimos. Un intento de hacer que fluya tal sistema dilata los huecos, incrementando - con ello la resistencia al flujo. El material toma una apariencia - seca cuando se le aplica presión.

#### DISPERSION

La suspensión de partículas en un medio líquido.

### DURABILIDAD (ARENAS)

La resistencia a la calcinación del componente mineral de arcilla.

### DUREZA DE MACHO O DE MOLDE

La resistencia ofrecida por una arena moldeada a la indentación.

E

### ESTRUCTURA SUELTA

Un compuesto de partículas sin cohesión que no posee rigidez.

### EXPANSION (TERMICA)

El aumento en dimensiones de una masa moldeada de una mezcla de arena que acompaña un aumento en la temperatura.

F

### FELDESPATO

El nombre común para un grupo de silicatos de alúmina naturales y cristalinos que contienen potasio, sodio o calcio.

### FINOS

Una clasificación del tamaño de las partículas de materiales no metálicos en una mezcla de arena con diámetros equivalentes a entre

74 y 20 micras.

FINURA

El tamaño de las partículas de un material. (v. también número de finura de grano AFS)

FLUIDEZ

La propiedad de una mezcla de arena bajo fuerzas compactadoras para moverse contra las caras del modelo.

G

GILSONITA

Un asfalto endurecido naturalmente que tiene características parecidas a las del alquitrán y que se emplea como material aglutinante en mezclas de arena.

GOULAC

Un subproducto de la pulpa de madera utilizado como aglutinante en mezclas de arena.

GRANOS DE ARENA

(v. Arena).

H

### HARINA DE MADERA

Madera finamente molida.

### HARINA DE SILICE

Sílice finamente molida para añadir a las mezclas de arena para fundición.

### HUMECTANTE

Un material utilizado para dilución o humectación; el más común es el glicol empleado en arenas para moldeo.

### HUMEDAD

El agua es una mezcla de arena que se puede eliminar por calentamiento a 104-110 C (220-230 F).

L

### LIGNONE

Un subproducto de la pulpa de madera empleado como aglutinante en las mezclas de arena.

M

### MACHO (CORAZON, ALMA, NOYO)

Una masa moldeada de una mezcla de arena en verde, colocada en un molde con el propósito de proveer cavidades en la pieza -- fundida. Tal masa moldeada puede ser utilizada en verde o sometida a horneado.

#### MALLA

Grosor o finura de las partículas de un material tal como el número de aberturas por pulgada lineal, como tamiz de 60 mallas.

#### MAQUINA DE MOLDEO

Una máquina para ayudar al operario a compactar la mezcla de arena y/o separar el modelo y/o cerrar el molde.

#### MEZCLA DE ARENA PARA MOLDEO

(v. Arena, mezcla compuesta)

#### MEZCLADOR DE ARENA

Un tipo de máquina para la preparación de mezclas de arena en la que se aplican fuerzas cortantes por medio de ruedas para facilitar el recubrimiento de los granos de arena con el tinante.

#### MICELA

Una partícula coloidal y el agua de recubrimiento que la rodea.

## MOLDE

Una masa compacta, moldeada de una mezcla de arena en verde, que contiene una cavidad o cavidades de la forma deseada para recibir el metal en fusión. Tal masa moldeada puede ser utilizada en verde o secarse a cualquier nivel de contenido de humedad.

## MOLDE DE ARENA EN SECO

Un molde de arena del cual se ha eliminado el contenido de humedad calentándolo antes de llenar la cavidad del mismo.

## MOLDEO

La compactación de la arena alrededor y dentro de cualquier extremidad de un molde. El término "moldeo" incluye también la retirada del modelo, la colocación de los machos y el cerrado del molde. La fuerza de compactación puede ser aplicada por:

- a) Soplado-transferencia de la arena desde una tolva hasta el molde en una corriente de aire a gran velocidad de tal forma que la arena sea compactada bajo la fuerza de su propio impacto.
- b) Sacudida-compactación de la mezcla de arena, dejando caer el modelo ensamblado y la adobera que contiene la arena de manera que esta última sea compactada bajo la fuerza de su inercia.

- c) Apisonado - compactación de la mezcla de arena por impactos repetidos de una herramienta cuya área de contacto es relativamente pequeña en relación con el área total compactada.
- d) Proyección - alimentación de arena por medio de una cabeza equipada con cangilones u hojas y girando con gran rapidez para que la mezcla adquiriera tal velocidad que pueda ser compactada bajo la fuerza de su propio impacto.
- e) Prensado - aplicación de presión a través del área a compactar.

#### MOLDEO DE BANCO

La producción de pequeños moldes en un banco con herramientas de mano.

#### MOLDEO DE PISO

La producción de moldes sobre el piso.

#### MOLINO

(v. Mezclador de arena)

N

#### NEGRO DE FUNDICION

Materiales carbonáceos, tales como plombagina, grafito o car

bón en polvo, mezclados de ordinario con un aglutinante y llevados a una suspensión líquida para su aplicación a las superficies de moldes o machos para mejorar el acabado de las piezas fundidas.

#### NUMERO DE FINURA DE GRANO (AFS)

El número de malla del tamiz (aberturas por pulgada lineal) que correspondería al promedio del tamaño de los granos de la muestra calculado empíricamente.

O

#### OLIVINA

Un mineral natural libre de sílice, compuesto de fosterita y fayacalita.

#### OXIDO DE HIERRO

Un óxido pulverizado que consiste primordialmente de  $Fe_2O_3$ .

P

#### PERLITA

Una roca silíceo volcánica empleada en la condición de dilatada y pulverizada.

#### PERMEABILIDAD

El grado al cual un cuerpo poroso o un agregado permite el -



paso de gases. La permeabilidad AFS se expresa de la manera siguiente.

$$P = \frac{v \times h}{P \times a \times t}$$

donde,

P = número de la permeabilidad

v = volumen de aire que pasa a través de la muestra en cc

h = altura de la probeta en cm

P = presión del aire en gramos/cm<sup>2</sup>

a = área trasversal de la probeta en cm<sup>2</sup>

t = tiempo en minutos

Además, la permeabilidad AFS se define de acuerdo con:

- a) La permeabilidad base-la permeabilidad de los granos de arena secos y empaçados, sin contenido de arcilla u otro aglutinante.
- b) El estado de preparación de la probeta distinto al moldeo: permeabilidad en verde, en seco, horneada o curada.

#### PUNTO DE FUSION

El nivel de temperatura elevada al cual se produce la fusión de acuerdo con el grado de elevación de la temperatura y las fuerzas aplicadas.

R

RESISTENCIA

La resistencia, en fuerza por unidad de área transversal, medida al tiempo de la fractura cuando una probeta de ensayo moldeada es sometida a esfuerzos sin apoyo lateral. La resistencia se define además de acuerdo con:

- a) El estado de preparación de la probeta distinto al de --moldeo; por ejemplo, en verde, secada al aire o estufada.
- b) La naturaleza del esfuerzo aplicado; por ejemplo, a la --compresión, a la tracción o transversal.
- c) La temperatura del ensayo. A niveles de temperatura mayores que la ambiente los valores se designan como "resistencia en caliente", indicándose los niveles de temperatura del ensayo; por ejemplo, resistencia a la compresión en caliente (982 °C)
- d) Otras condiciones de preparación o de ensayo lo suficientemente distintas de las anteriores y reconocidas tan ampliamente como para formar parte del vocabulario de la función; por ejemplo, resistencia retenida: el valor encontrado en el ensayo a temperatura ambiente de una probeta sometida precisamente a un nivel de temperatura elevado.

S

SECADO

La remoción de vehículos disolventes o agua por evaporación.

SILICATO DE ETILO

(Grado industrial). Un líquido de color castaño claro que -  
consiste, en forma predominante, de silicato tetraetilo y que se uti-  
liza como agente aglutinante.

SILICATO DE SODIO, AGLUTINANTE DE

Un aglutinante para arenas, que consiste de silicato de sodio  
que se endurece con  $\text{CO}_2$  u otros gases determinados y/o calor, para pro-  
ducir machos o moldes.

SUSTANCIA ARCILLOSA (AFS)

La porción de una mezcla de arena para fundición que, cuando  
se la suspende en agua, falla en asentarse una pulgada por minuto y -  
que contiene lodo y minerales arcillosos.

T

TACTO

La práctica anticientífica de determinar las propiedades de  
una arena por el sentido del tacto.

### TEMPLE

(Nombre). El contenido de humedad de una mezcla de arena adecuada para una operación determinada.

V

### VOLUMEN

El espacio ocupado por un cuerpo. En los cuerpos porosos o agregados, tales como mezclas de arena, el espacio ocupado se denomina "volumen aparente". Los valores se relacionan de acuerdo a:  $\text{Volumen/Volumen aparente} = \text{por ciento de sólidos}$ .

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Foundry Trade Journal  
"Temper Point of Moulding Sands" By Dr. H. Md. Roshan  
September 4, 1975. Page. 333-334, 336, 338-340, 342-343.
- 2.- AFS GUIDE TO SAND ADDITIVES  
American Foundrymen's Society. (Incorporated)  
1976.
- 3.- INSTRUCTIVO PARA REALIZAR LOS ENSAYOS DE FRAGMENTACION  
No. 477 "D" Editado por Dieter, Co. E.U.A.
- 4.- MANUAL DE ARENAS PARA FUNDICION  
1o. Edición 1967. Publicada por la American Foundrymen's  
Society. Inc. Desplaines. E.U.A. Page.
- 5.- Foundry Trade Journal  
Effect of Milling Time on the properties of Greensands.  
May. 31, 1973. By T. R. Thambiah and A. D. Sarkar.
- 6.- Principles of Metal Casting  
Second Edition Heine, Loper, Rosenthal.  
International Student Edition. 1967. Chapter 5  
Pag. 84-122
- 7.- Metal Handbook  
Vol. 5. Forging and Casting. 8th Edition A.S.M.  
Pag. 149-222.
- 8.- Dieter, H. W. Doelman, R.L. and Bennett, R. W. (1945). Trans.  
American Foundrymen's Assoc., June, pp. 1053-1071.
- 9.- Cast Metals Technology.  
J. Gerin Sylvia. American Foundrymen's Society Training and  
Research Institute. 1975.  
Page. 69-94.
- 10.- Introduction to Foundry Technology  
Ekey ph. D. and Winter. 1967. Page 13-43  
Mc.Graw-Hill Book Company.
- 11.- Foundry Engineering  
Taylor - Fleming - Wuiff.  
Page. 284-301. 1976. John Wiley and Sons.

- 12.- Clay-Bouded Foundry Sand  
AFS SAND. E.U.A. Page 94-125, 139-167.
- 13.- AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Metal progress, 69. p.83
- 14.- Campbell, H. L., "How To Use Sea Coal in Molding Sands"  
Iron Age, Vol. 165, May. 1950.