

Los *tamaños de grano* se clasifican utilizando un sistema de tamices normalizado por la Oficina Americana de Normas (No. 6, 12, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 140, 200, 270 y bandeja).

Estos tamices están colocados uno encima de otro estando el número 6 en la parte superior. Para determinar el tamaño de grano se coloca una muestra de 50 g en el tamiz superior, a continuación se procede a sacudir el sistema de tamices durante un período predeterminado. El tamaño de grano es determinado por el último tamiz a través del cual pasan los granos. Por tanto, el tamaño de los granos que pasan a través de un tamiz 50 pero no lo hacen a través de un tamiz 70 es 50.

La arena retenida en cada tamiz se pesa y se calcula su contribución porcentual a la muestra de 50 g, este valor se multiplica por un factor para obtener el número de distribución. Al dividir la suma de los números de distribución por el porcentaje de arena retenida se obtiene el número de finura de grano. De la Tabla 3.1

$$\text{número de finura de grano} = \frac{\text{número de distribución}}{\text{suma de los porcentajes de retención, \%}}$$

$$= \frac{7.831,6}{89,8} = 87,2$$

TABLA 3.1

Malla número	Abertura, pul	Arena retenida, g	% de 50	Multiplicador	Número de distribución
6	0,1320	0,10	0,2	3	0,6
12	0,0661	0,30	0,6	5	3,0
20	0,0331	1,60	3,2	10	32,0
30	0,0232	3,60	7,2	20	144,0
40	0,0165	5,40	10,8	30	324,0
50	0,0117	7,80	15,6	40	624,0
70	0,0083	9,20	18,4	50	920,0
100	0,0059	6,10	12,2	70	854,0
140	0,0041	3,80	7,6	100	760,0
200	0,0029	1,50	3,0	140	420,0
270	0,0021	1,00	2,0	200	400,0
Bandeja		5,80	11,6	300	3.480,0
Totales		46,20	89,8		7.831,6

El número de finura de grano define el tamaño promedio del grano retenido en la muestra.

El número de *distribución de los granos* define la distribución de éstos. Por tanto es posible retener los mismos tamaños de grano distribuidos en diferentes porcentajes de concentración. En el gráfico de la Figura 3.4(a) se representan en las abscisas los tamaños de las mallas americanas y en las ordenadas el porcentaje de retención de arena. Las *formas de los granos* fueron clasificadas por la Sociedad Americana de Fundidores, como angular, subangular, redonda y compuesta.

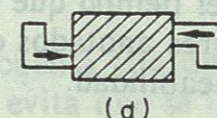
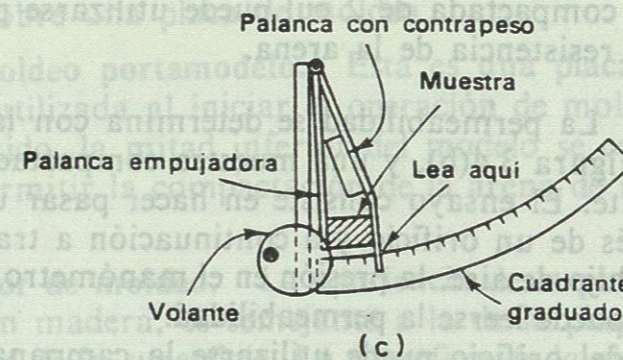
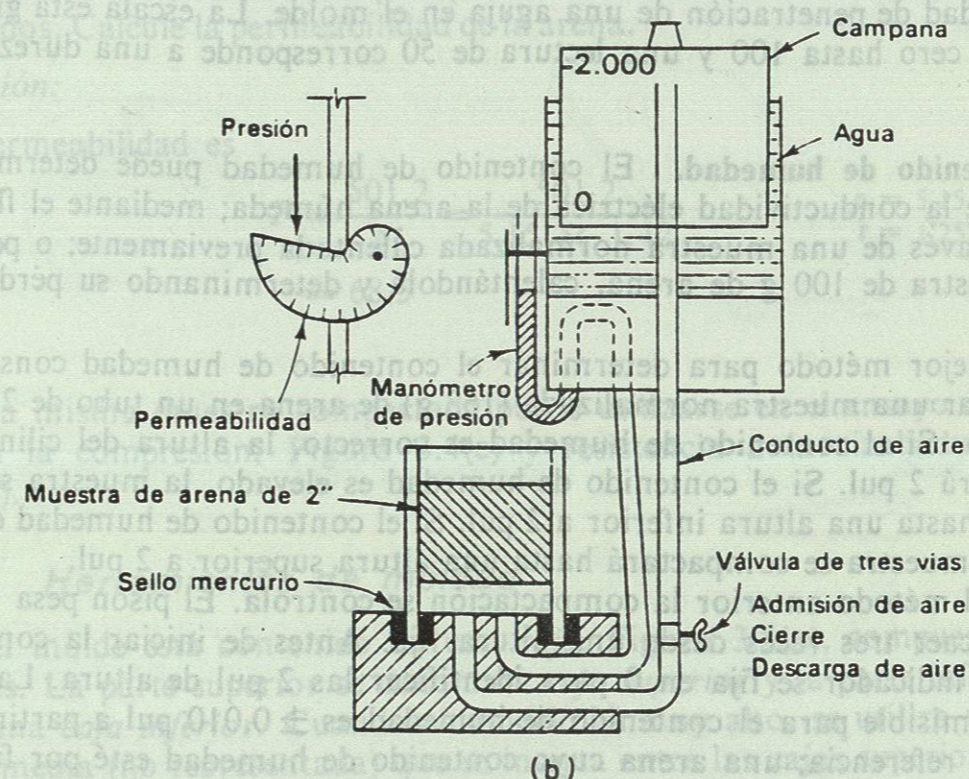
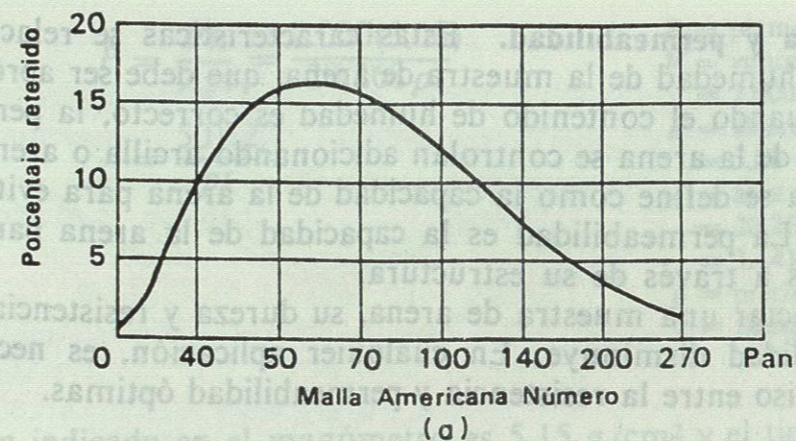


Figura 3.4

**Resistencia y permeabilidad.** Estas características se relacionan con el contenido de humedad de la muestra de arena, que debe ser aproximadamente del 7%. Cuando el contenido de humedad es correcto, la permeabilidad y la resistencia de la arena se controlan adicionando arcilla o arena de moldeo. La resistencia se define como la capacidad de la arena para evitar su desmoronamiento. La permeabilidad es la capacidad de la arena para permitir el paso de gases a través de su estructura.

Al compactar una muestra de arena, su dureza y resistencia aumentan y su permeabilidad disminuye. En cualquier aplicación, es necesario lograr un compromiso entre la resistencia y permeabilidad óptimas.

**Dureza.** Esta propiedad se verifica con un instrumento que registra la profundidad de penetración de una aguja en el molde. La escala está graduada desde cero hasta 100 y una lectura de 50 corresponde a una dureza promedio.

**Contenido de humedad.** El contenido de humedad puede determinarse mediante la conductividad eléctrica de la arena húmeda; mediante el flujo de aire a través de una muestra normalizada calentada previamente; o pesando una muestra de 100 g de arena, calentándola y determinando su pérdida de peso.

El mejor método para determinar el contenido de humedad consiste en compactar una muestra normalizada (163 g) de arena en un tubo de 2 pul de diámetro. Si el contenido de humedad es correcto, la altura del cilindro de arena será 2 pul. Si el contenido de humedad es elevado, la muestra se compactará hasta una altura inferior a 2 pul. Si el contenido de humedad es muy bajo, la muestra se compactará hasta una altura superior a 2 pul.

En el método anterior la compactación se controla. El pisón pesa 14 lb y se deja caer tres veces desde una altura fija. Antes de iniciar la compactación un indicador se fija en 0 para identificar las 2 pul de altura. La variación permisible para el contenido de humedad es  $\pm 0,010$  pul a partir de las 2 pul de referencia; una arena cuyo contenido de humedad esté por fuera de este rango no debe utilizarse en moldeo. La ventaja de este ensayo consiste en que la muestra compactada de 2 pul puede utilizarse para determinar la permeabilidad y la resistencia de la arena.

**Permeabilidad.** La permeabilidad se determina con la ayuda de la máquina de Dietert, Figura 3.4(b), y una muestra compactada en la forma discutida anteriormente. El ensayo consiste en hacer pasar un volumen específico de aire a través de un orificio y a continuación a través de la muestra. Al estabilizarse el flujo de aire, la presión en el manómetro también lo hace, y en la escala espiral puede leerse la permeabilidad.

En sustitución del orificio puede utilizarse la campana marcada 0-2.000  $\text{cm}^3$ . Una vez estabilizada la presión su valor se lee en la escala vertical. Cuando la marca 0 pasa por la parte superior del tanque se empieza a cronometrar el tiempo. Se anota el tiempo que tarda en pasar la marca correspondiente a 2.000  $\text{cm}^3$ . Los valores anotados de la presión y el tiempo se reemplazan en la ecuación de permeabilidad

$$P = \frac{Vh}{Apt} = \frac{2.000(5,08)}{20,268 pt} = \frac{501,2}{pt}$$

$P$  = permeabilidad  
 $V$  = volumen de aire  
 $= 2.000 \text{ cm}^3 = 122 \text{ pul}^3$   
 $h$  = altura de la muestra  
 $= 5,08 \text{ cm} = 2 \text{ pul}$   
 $A$  = área  
 $= 20,268 \text{ cm}^2$   
 $= 3,1416 \text{ pul}^2$   
 $p$  = presión,  $\text{g/cm}^2$ ;  $\text{lb/pul}^2$   
 $t$  = tiempo, min

### EJEMPLO 1

La presión indicada en el manómetro es  $5,15 \text{ g/cm}^2$  y el tiempo registrado en el cronómetro hasta el paso de la marca de  $2.000 \text{ cm}^3$  es 1 minuto y 25 segundos. Calcule la permeabilidad de la arena.

**Solución:**

La permeabilidad es

$$P = \frac{501,2}{pt} = \frac{501,2}{5,15 \times 1,42} = 68,5$$

$p = 5,15 \text{ g/cm}^2$   
 $t = 1'25'' = 1,42 \text{ min}$

La misma muestra compactada puede utilizarse en el ensayo de resistencia a la compresión, Figura 3.4(c) y resistencia a la cizalladura, Figura 3.4(d).

### Herramientas de moldeo

El molde está contenido en una *caja*, Figura 3.5(a), compuesta por dos partes. La parte superior se denomina *caja superior* y la parte inferior se denomina *caja inferior*. Cuando el modelo es muy alto, se utiliza una sección intermedia (no representada) que se inserta entre las cajas superior e inferior. En posición normal, la caja de moldeo coloca en tal forma que la caja inferior descansa sobre una placa de moldeo.

**Placa de moldeo portamodelo.** Esta es una placa plana y rectangular, Figura 3.5(b), utilizada al iniciar la operación de moldeo. Cuando se utiliza un modelo partido, la mitad inferior del modelo se coloca sobre la placa de moldeo para permitir la compactación de la arena de moldeo en la caja inferior.

**Placa inferior de moldeo.** La apariencia de la placa inferior, cuando está construida en madera, es semejante a la de la placa portamodelo excepto por la rugosidad de la superficie. La superficie de la placa inferior cuenta con perforaciones cuando es metálica. El propósito de la rugosidad o de las perforaciones es evitar el deslizamiento del molde de arena durante la operación de moldeo.

**Criba.** Esta es circular y cuenta con una malla de alambre en el fondo. Ver la Figura 3.5(c). La criba evita que se introduzcan en la caja de moldeo

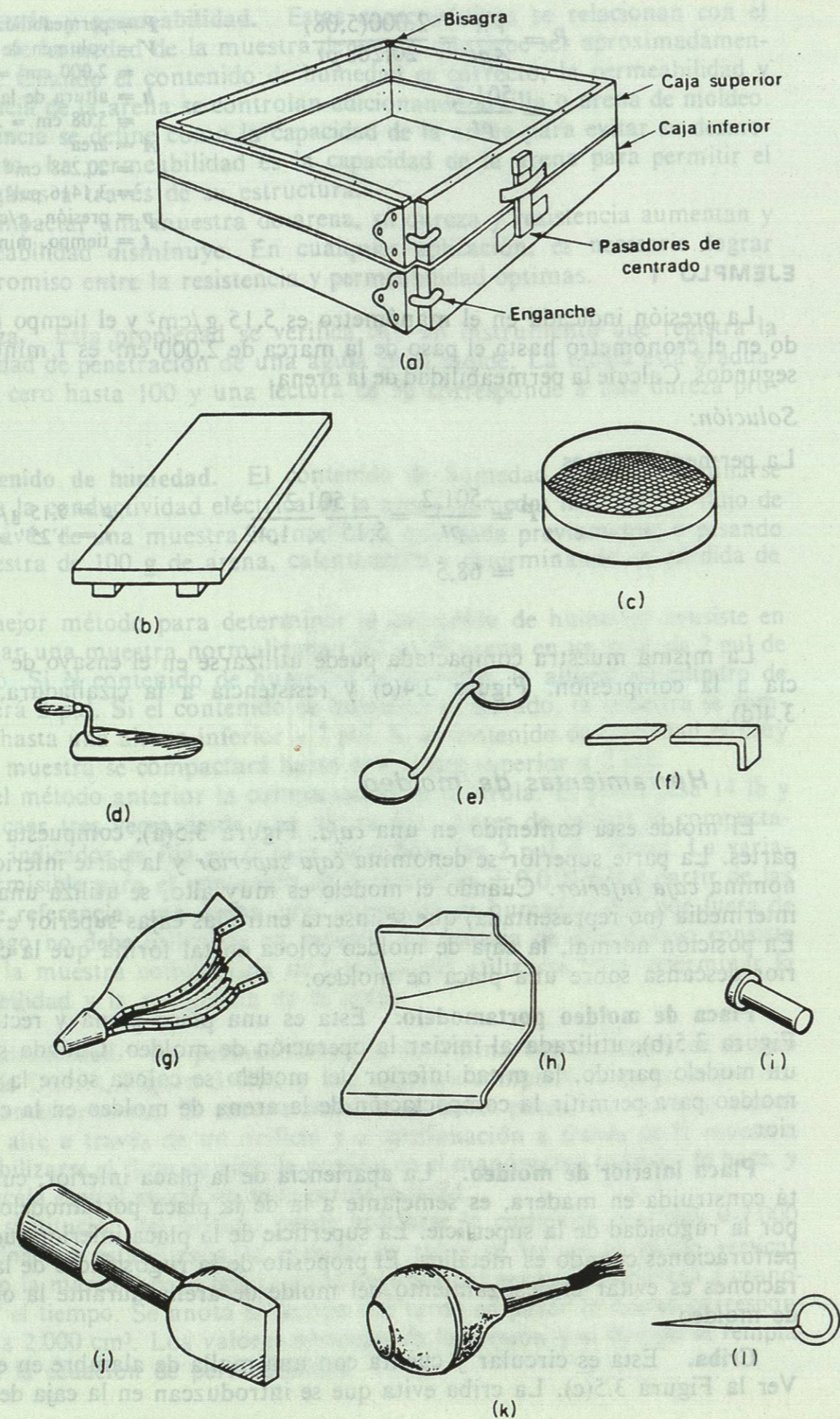


Figura 3.5

arena apelmasada, partículas metálicas y otros materiales extraños.

**Palustre.** El palustre, representado en la Figura 3.5(d), es una placa metálica plana que cuenta con un mango excéntrico. Generalmente tiene 6 pul de longitud y 2 pul de ancho. El palustre se utiliza para aplanar y suavizar la arena durante el moldeo.

**Espátula.** Las espátulas se utilizan para preparar y reparar las esquinas del molde, se construyen en varios tamaños y formas para satisfacer diversas necesidades específicas. La forma más común corresponde a la de una cuchara aplanada. Refiérase a la Figura 3.5(e).

**Elevador.** Este es una barra plana de aproximadamente 1 pul de ancho por 15 pul de longitud, Figura 3.5(f). A aproximadamente 2 pul de un extremo, la barra cuenta con un doblés de 90°. Este se utiliza para evacuar arena desde las partes profundas de los moldes.

**Fuelle.** El fuelle representado en la Figura 3.5(g) se utiliza para retirar el exceso de arena o de compuestos de separación de las superficies del molde. La acción suave de la corriente de aire producida por el fuelle no causa daño al molde.

**Conformador de entradas.** El conformador de las entradas al molde, es generalmente una lámina plana de cobre o latón con un doblés a 120° e inclinada hacia el extremo. Refiérase a la Figura 3.5(h). También puede utilizarse para conformar la artesa de vaciado.

**Cilindro para conformar el conducto de alimentación.** Este es un cilindro de madera que cuenta con cabeza en uno de sus extremos, Figura 3.5(i). El cilindro se coloca verticalmente en el sitio deseado para el conducto de alimentación antes de compactar la arena de la caja superior.

**Pisones.** Los pisones son esencialmente mangos de madera que cuentan con una cabeza cilíndrica en un extremo y una cuneiforme en el otro, Figura 3.5(j). Se utilizan para compactar la arena alrededor del modelo y en todo el molde.

**Aplicadores o brochas.** Son bulbos de caucho y cuentan con pelos de camello insertados en la abertura del bulbo, Figura 3.5(k). El pelo suave se utiliza para humedecer ligeramente los bordes del molde antes de extraer el modelo. Esto evita el desmoronamiento de los bordes durante la extracción. Los aplicadores también se hacen de cabuya en la forma de hisopos.

**Punzones y tornillos de extracción.** Los punzones de extracción, Figura 3.5(l), se utilizan para retirar el modelo del molde. El punzón de extracción se introduce cuidadosamente en la cavidad. El punzón cuenta con un ojo para permitir la sujeción. Los tornillos de extracción, se fijan en la superficie del modelo y permiten la separación de éste.

**Alambres para respiraderos.** Para facilitar el escape de los gases que se generan durante la operación de vaciado, se producen en el molde agujeros con alambres de  $\frac{1}{8}$  de pul de diámetro.