

**Determinación del contenido óptimo de ligante  
en las mezclas asfálticas por el método del equi-  
valente centrífugo del Keroseno (C. K. E.)**

NLT-169/63

1. OBJETO

- 1.1. Este método recoge el procedimiento que debe seguirse para la determinación del contenido óptimo de aglomerante bituminoso en las mezclas asfálticas por medio del equivalente centrífugo de keroseno y absorción de aceite lubricante S. A. E. núm. 10.
- 1.2. El método ha sido desarrollado por la California Division of Highways, bajo la dirección de F. Hveem, y en él se ha buscado la correlación entre el contenido de ligante determinado por este procedimiento y el óptimo obtenido por medio del método Hveem para el proyecto de mezclas (NLT-170).

2. APARATOS Y MATERIAL NECESARIOS

- 2.1. Centrífuga, a mano o a motor, capaz de producir una aceleración de 400 gr. en el centro de gravedad de la muestra (la velocidad angular en revoluciones por minuto ha de ser

$$w = \sqrt{\frac{35 \cdot 5}{r}} \cdot 10^3,$$

siendo r la distancia del eje de giro al c. d. g. de la muestra en cm.).

- 2.2. Vasos metálicos, cilíndricos, abiertos en sus extremos de 71,4 mm. de altura (2 13/16") y 52,39 mm. de diámetro (2 1/16") y de las características indicadas en la fig. VI. Van provistos de un platillo perforado de bronce de 0,79 mm. de espesor (0,031") con un mínimo de 100 orificios de 1,57 mm. de diámetro (0,062") por cada 6,45 cm.<sup>2</sup> (1" cuadrada) de superficie.
- 2.3. Balanza de 500 gr. de capacidad y 0,1 gr. de precisión.
- 2.4. Embudos metálicos, con un diámetro máximo de 88,9 mm. (3 1/2"), altura 114,3 mm. (4 1/2") y diámetro del orificio de salida de 12,7 milímetros (1/2"). Llevarán soldado un tamiz del núm. 10 (2 mm.) en el orificio de salida.
- 2.5. Vasos de cristal de 1.500 ml. de capacidad.
- 2.6. Cronómetro que aprecie 1/10 segundo.

«F».—Árido fino, porción de la muestra que pasa por el tamiz núm. 4.

«Kg».—Es un factor que se determina a partir de la absorción de G, e indica en qué grado es absorbente el árido. En áridos no absorbentes, Kg. indica la rugosidad de la superficie.

«Kf».—Factor análogo para el árido fino que se determina a partir de los siguientes factores:

- 1.º C. K. E., que es el porcentaje de keroseno retenido (el cual representa el efecto total de la superficie específica, las propiedades absorbentes del árido y/o la rugosidad superficial).
- 2.º Superficie específica (basada en el tamaño de las partículas).
- 3.º Tanto por ciento que pasa por el tamiz núm. 4.

«Km».—Representa el valor compuesto de los factores «K», para una combinación dada de áridos grueso y fino, cuyos coeficientes Kg y Kf se han determinado independientemente.

«S.E.».—Superficie específica que, como ya se ha indicado, se determina por tamizado y aplicación de los coeficientes correspondientes y se expresa en m<sup>2</sup>/kg.

#### 4.1.2. Cálculo de la proporción de betún.

##### 4.1.2.1. Determinación del Kf; empleo del ábaco de la figura I.

- a) Si el peso específico real de «F» (NLT 154/63) es mayor de 2,70 o menor de 2,60, corregir el tanto por ciento de keroseno retenido con la fórmula:

$$\% \text{ de keroseno retenido} \times \frac{\text{peso espec. de F}}{2,65} = \text{C. K. E.}$$

corregido según el peso específico.

- b) A partir de la escala del ángulo inferior izquierdo del ábaco con el valor de C. K. E. corregido por el peso específico, seguir la horizontal hasta la intersección de la línea oblicua correspondiente a la superficie específica calculada; desde el punto obtenido, seguir la vertical ascendente hasta su intersección con la línea oblicua correspondiente al tanto por ciento de material que pasa por el tamiz núm. 4 y seguir, por último, la horizontal desde el punto de intersección hacia la derecha. El valor obtenido será el factor para la superficie específica de la fracción que pasa por el tamiz núm. 4, y se designa Kf.

##### 4.1.2.2. Determinación de Kg. Empleo del ábaco de la figura II.

- a) Si el peso específico real de «G» (NLT 153/63) es superior a 2,70 o inferior a 2,60, corregir el

tanto por ciento de aceite retenido por aplicación de la fórmula:

$$\% \text{ de aceite retenido} \times \frac{\text{peso espec. de G}}{2,65} = \% \text{ de aceite retenido, corregido según el peso específico.}$$

- b) Partir del valor obtenido, con la corrección indicada, de aceite retenido y seguir la vertical hasta el punto de intersección con línea diagonal, y seguir la horizontal a la izquierda. El valor obtenido será el factor para la superficie específica de la fracción «G» que queda retenida en el tamiz núm. 4, y se designa por Kg.
- c) Este ábaco es el único necesario para determinar el tanto por ciento de aglomerante necesario en mezclas de granulometría abierta. Puede utilizarse la fórmula siguiente:

$$\text{Kg.} \times 1,5 + 2,5 = \text{proporción de betún en mezclas de granulometría abierta.}$$

No se necesita ninguna corrección por variaciones de viscosidad en el aglomerante. La proporción de betún será la misma, aunque varíen las penetraciones empleadas a 200-300, 120-150, 85-100.

#### 4.1.2.3. Determinación de Km. a partir de Kf. y Kg. Empleo del ábaco de la figura III.

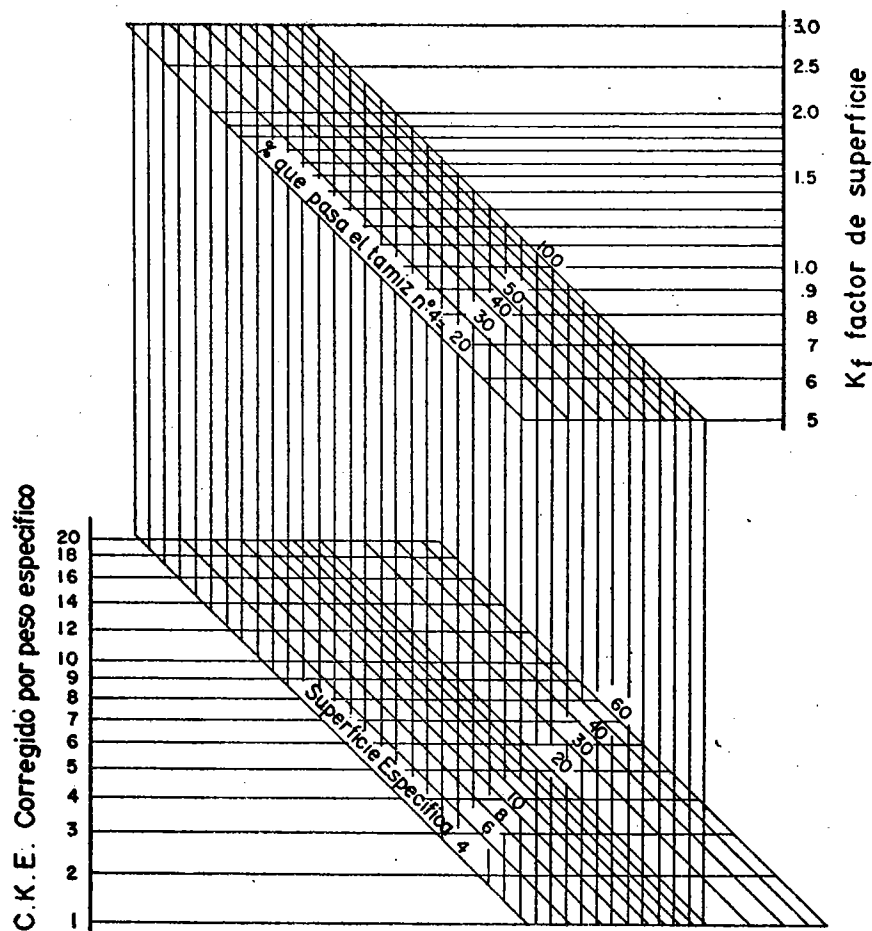
- a)  $Km = Kf + \text{corrección para Kf.}$   
El valor para corrección de Kf, obtenido del ábaco de la figura III, es positivo si  $Kg - Kf > 0$  y negativo si  $Kg - Kf < 0$ .
- b) La determinación de Km. a partir del ábaco de la figura III se indica con el siguiente ejemplo:

$$\text{Kg.} = 1,0; \text{Kf.} = 1,8, \text{S. E.} = 5 \text{ m}^2/\text{kg. Pasa el tamiz núm. 4} = 60 \%$$

Se parte de la escala del ángulo inferior izquierdo con el valor S. E. =  $\text{m}^2/\text{kg}$ . Se sigue la horizontal hasta alcanzar la recta del 40 % de árido grueso; luego, la vertical desde el punto de intersección hasta la recta correspondiente a la diferencia entre Kg y Kf (0,8), y desde este punto la horizontal hacia la derecha nos permite obtener el sumando de corrección, en este caso 0,2. Como  $Kg (= 1,0) - Kf (= 1,8) < 0$ , la corrección es negativa; por tanto,  $Km = 1,8 - 0,2 = 1,6$ .

- c) Si la corrección para Kf es inferior a 0,05, no se aplica entonces y se toma  $Km. = Kf$ .
- d) Si la proporción de árido grueso es igual o me-

## ABACO PARA DETERMINAR $K_f$ A PARTIR DE C.K.E.



$$\text{C.K.E. Corregido} = \text{C.K.E.} \times \frac{\text{peso específico finos}}{2.65}$$

NOTA: No confundir esta corrección de C.K.E. con la indicada en la Fig. IV

Fig. I

# ABACO PARA DETERMINAR $K_g$ DE LA ABSORCION DEL ARIDO GRUESO

Material utilizado { Arido: pasa el tamiz  $3/8"$  queda retenido por el n°4  
Aceite SAE 10

$$\% \text{ aceite retenido corregido} = \% \text{ aceite retenido} \times \frac{\text{peso especifico del árido}}{2,65}$$

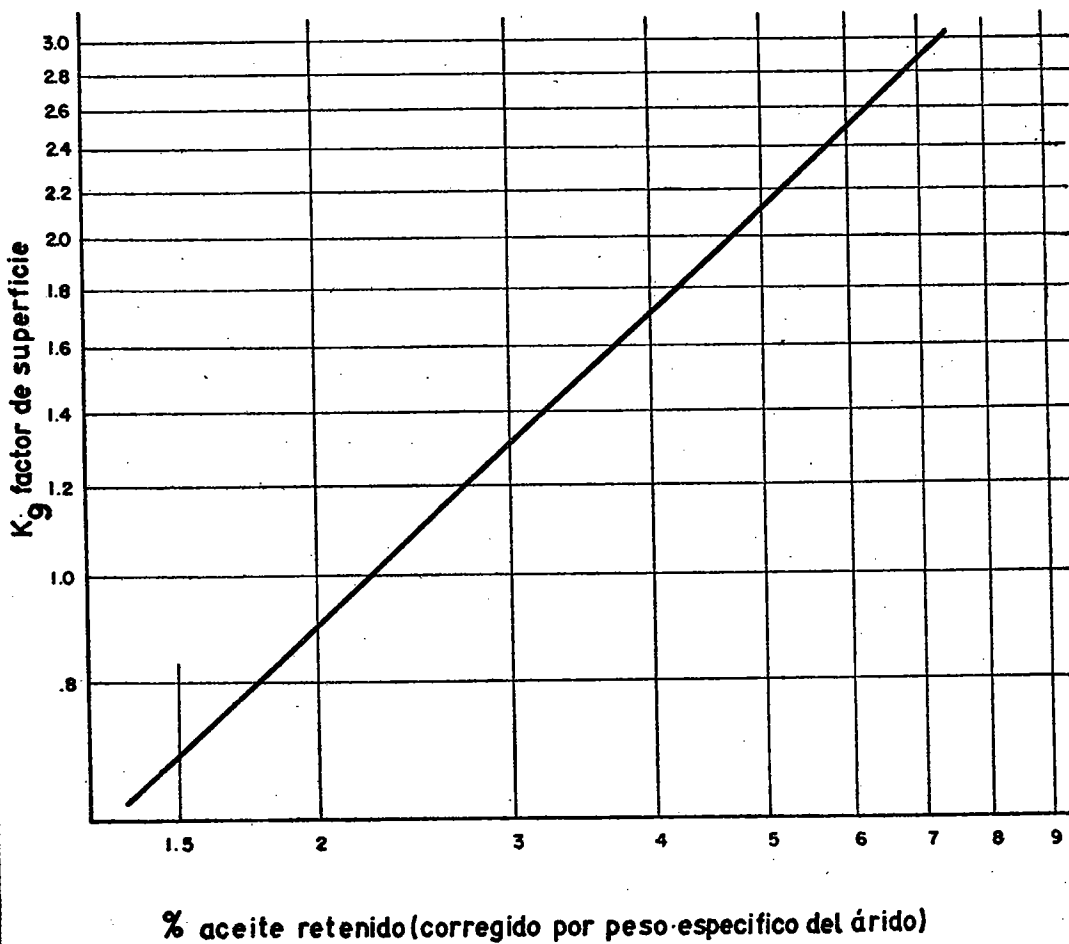


Fig. II

## ABACO PARA DETERMINAR $K_m$ POR COMBINACION DE $K_f$ Y $K_g$

Si  $(K_g - K_f)$  es neg., la corr es neg.  
 Si  $(K_g - K_f)$  es pos., la corr es pos.  
 $K_m = K_f + \text{corr de } K_f$

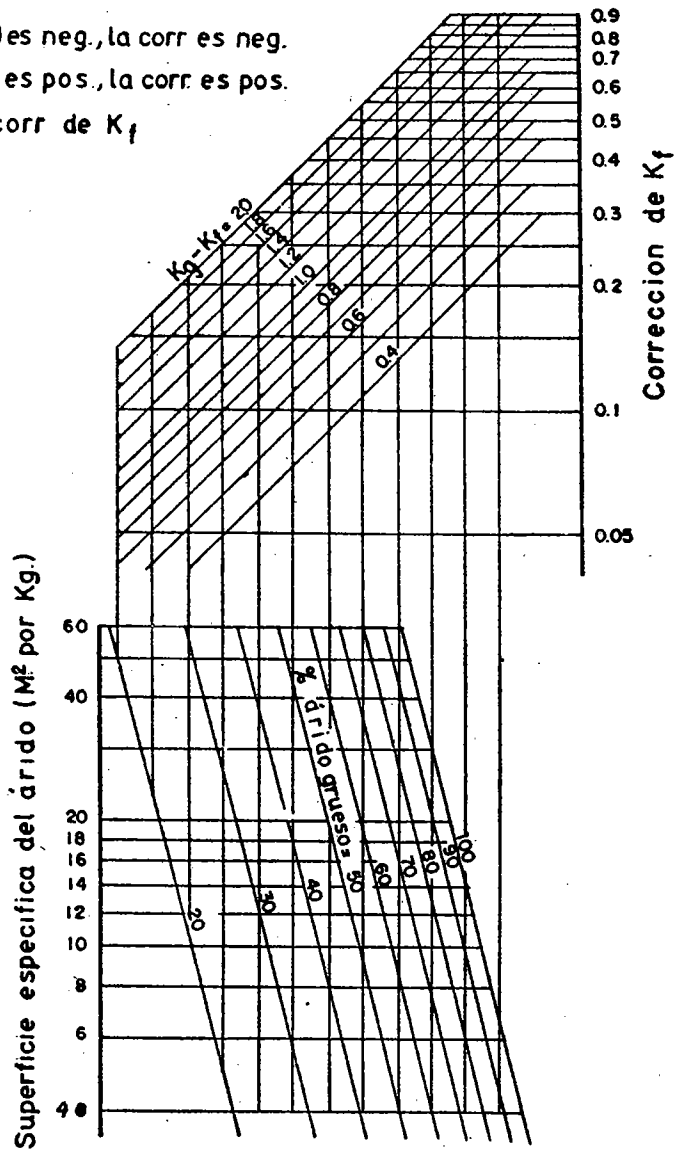


Fig. III

# ABACO PARA DETERMINAR LA PROPORCION DE LIGANTE PARA MEZCLAS BITUMINOSAS DE GRANULOMETRIA DENSA

## PROCEDIMIENTO

**Caso 1.** Dados C.K.E. peso específico del árido y % que pasa por el tamiz n° 4. Corregir C.K.E. como se indica en la escala E. Buscar el C.K.E. corregido en la escala A. Buscar el % de árido que pasa por el tamiz n° 4 sobre la escala C. Intersección de la recta con la escala B = proporción de ligante

**Caso 2.** Dadas la superficie específica, peso específico y  $k_m$  del árido. Buscar la superficie específica en la escala D; seguir horizontalmente hasta la curva que corresponde al peso específico del árido. Luego bajar a la curva que corresponde a  $k_m$ ; por último seguir horizontalmente hasta la escala B para determinar la proporción de ligante

Proporción de ligante = Kgs. de ligante por 100 Kgs. de árido, que se aplica directamente para ligante de tipo SC-2, MC-2 y RC-2 para cutbacks más pesados o betunes de penetración debe hacerse una corrección posterior (Fig. V)

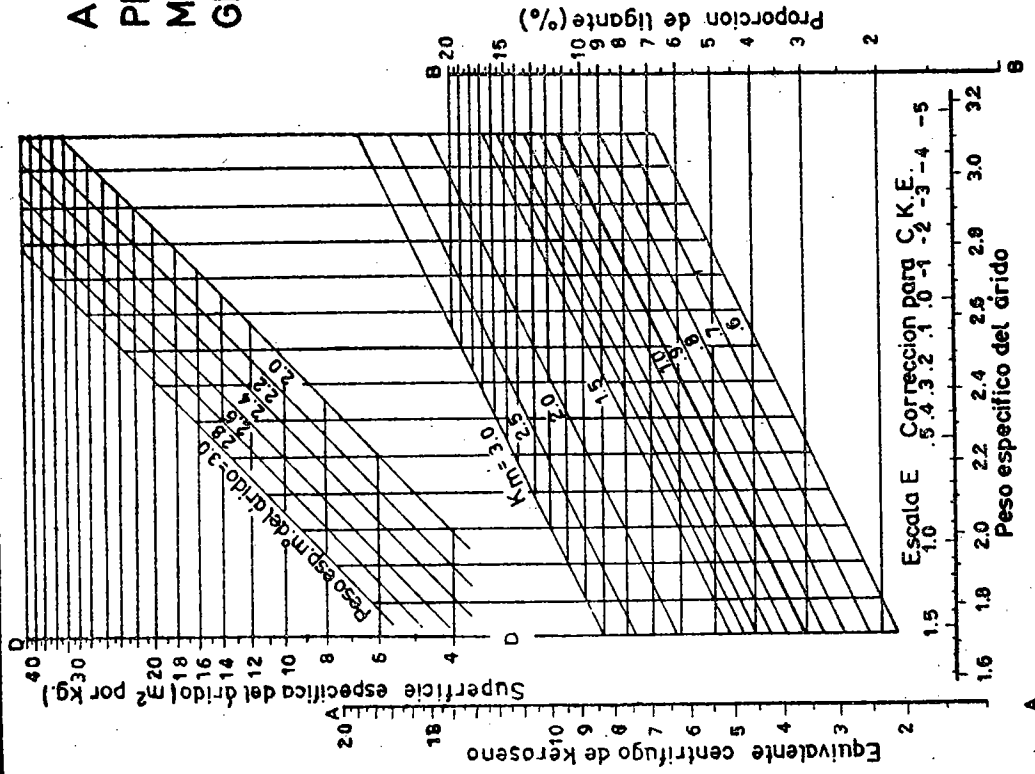
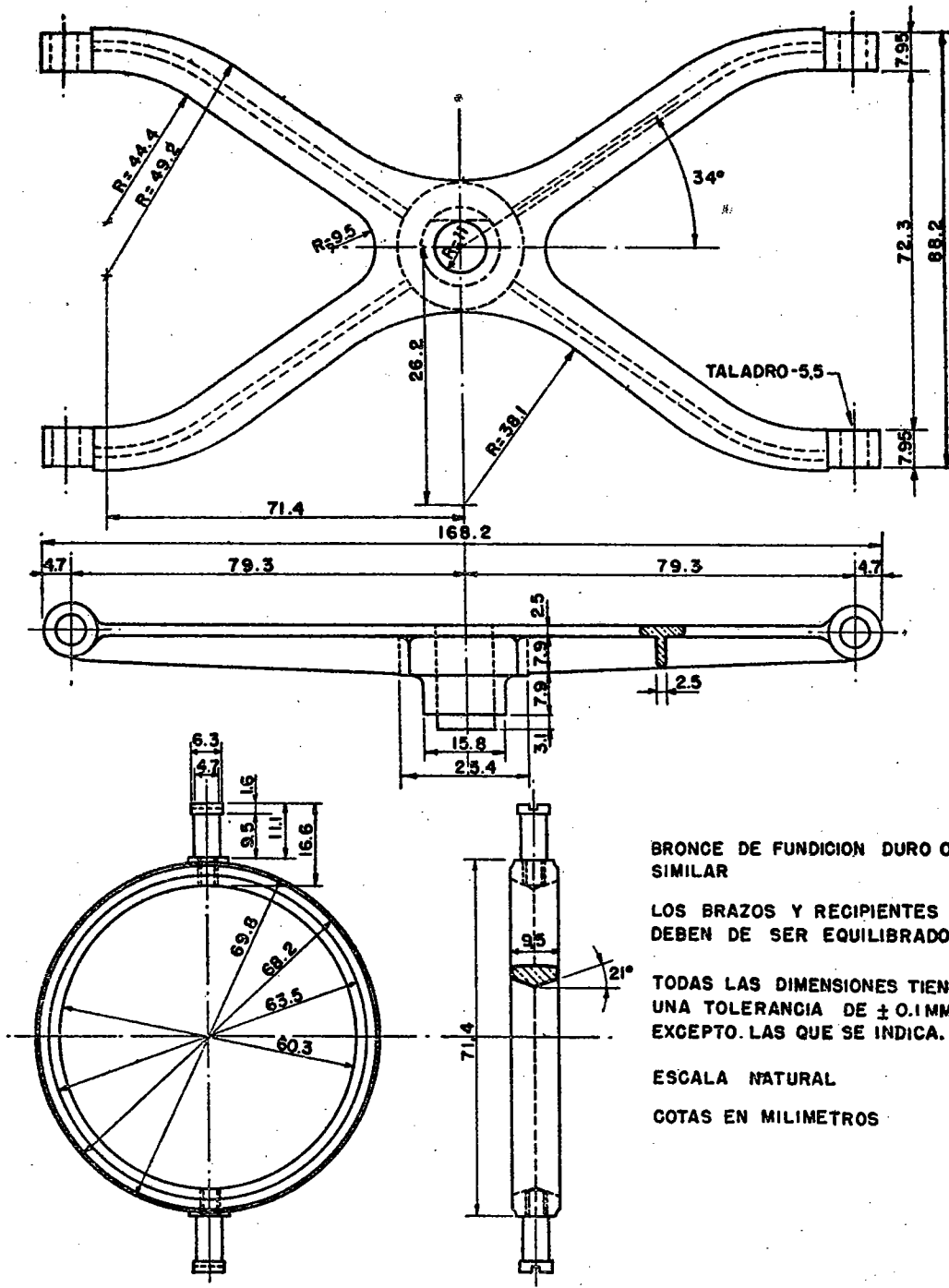


Fig. IV



BRONCE DE FUNDICION DURO O SIMILAR

LOS BRAZOS Y RECIPIENTES DEBEN DE SER EQUILBRADOS

TODAS LAS DIMENSIONES TIENEN UNA TOLERANCIA DE  $\pm 0.1\text{MM}$ . EXCEPTO LAS QUE SE INDICA.

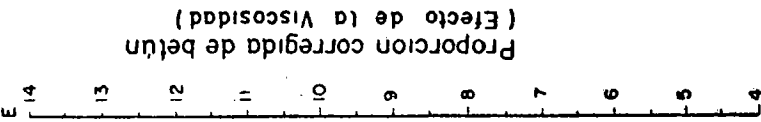
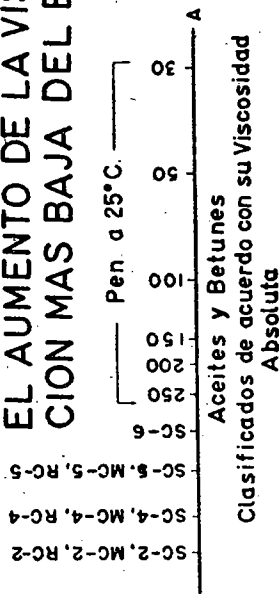
ESCALA NATURAL

COTAS EN MILIMETROS

CABEZA DE LA CENTRIFUGA



# ABACO PARA DETERMINAR LA PROPORCION CORREGIDA DE BETUN TENIENDO EN CUENTA EL AUMENTO DE LA VISCOSIDAD O LA PENETRACION MAS BAJA DEL BETUN



## PROCEDIMIENTO

POR MEDIO DE UNA RECTA UNIR EL PUNTO DE LA ESCALA -A- QUE REPRESENTA AL TIPO DEL BETUN A UTILIZAR CON EL PUNTO DE LA ESCALA -B- QUE REPRESENTA LA SUPERFICIE ESPECIFICA DEL ARIDO; DONDE CORTE A LA LINEA-C SITUAR UNA RECTA QUE LO UNA CON EL VALOR DE LA PROPORCION DE ACEITE PREVIAMENTE DETERMINADA EN LA ESCALA -D-. LA INTERSECCION DE DICHA RECTA CON LA ESCALA -E- REPRESENTA LA PROPORCION DE BETUN CORREGIDA PARA LA VISCOSIDAD DEL MISMO.

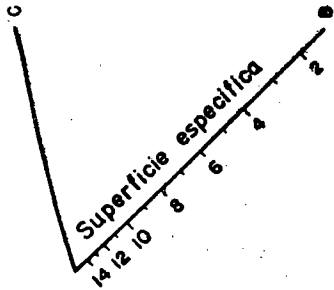
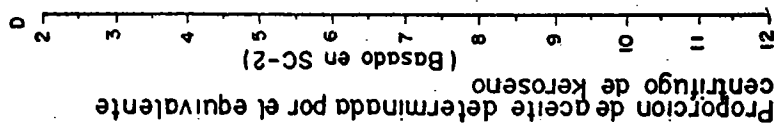


Fig. V

# VASO DE LA CENTRIFUGA

PESO TOTAL  $215 \pm 3$  GRAMOS

ESCALA NATURAL

COTAS EN MILIMETROS

