

siguientes, se detalla la forma en que se construyó el
Actividad Térmica.

Equipo Utilizado.

tipo de Muestras.

D.

caja molde".

..

IV DEL DISPOSITIVO

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO:

termómetro digital de temperatura.

4-2-1a. RESISTENCIA

La resistencia, que es la fuente de calor que se colocará en el centro de las muestras, es del tipo CIR-1053/120V, tiene forma cilíndrica (Fig. 4-2-1a), y sus dimensiones son:

diámetro (d) = 6.4mm
 longitud (l) = 125.3mm
 Se considera con una eficiencia del 100% .

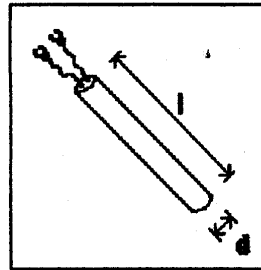


Fig. 4-2-1-a Resistencia

4-2-1b. SEIS TERMOPARES Y UN MEDIDOR DIGITAL DE TEMPERATURA

Para medir la temperatura en diferentes puntos de las muestras se usaron seis cables de termopar del tipo K, conectados a un medidor digital de temperatura que cuenta con un interruptor para seis canales.

El medidor digital es de la marca OMEGA, modelo HH21.

Precisión $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, según fabricante.

Los termopares, tienen dos alambres trenzados en la punta (Fig. 4-2-1b), y sus dimensiones son:

diámetro de los alambres trenzados (d) = 1mm
 ancho con recubrimiento (σ) = 1.9mm
 longitud lo necesario.

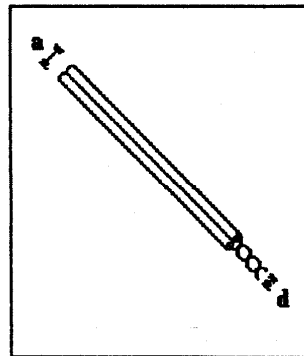


Fig. 4-2-1-b Termopar

4-2-1c. AMPERÍMETRO

Se utilizó un multímetro de la marca SERCOM, modelo 700, para medir los amperes que se tienen en la corrida de cada muestra.
La precisión es de $\pm 1.2\%$, según fabricante.

4-2-1d. VOLTÍMETRO

Fue indispensable utilizar otro multímetro de la marca SERCOM, modelo 789 para conocer el voltaje en el sistema.
La precisión es de $\pm 0.7\%$, según fabricante.

4-2-1e. VARIAC

Para controlar el voltaje y la corriente que se suministraron en cada corrida se utilizó un variac de la marca EICO, modelo 1078.

4-2-1f. REGULADOR DE VOLTAJE

Después de algunas corridas de muestras, para evitar cierta oscilación del orden de ± 0.1 en el voltímetro y ± 0.01 en el amperímetro, se colocó un regulador, marca SOLA PC 500, al variac y así se estabilizó el voltaje y amperaje.

4-2-1g. RELOJ

Se hizo muy indispensable usar un reloj con minuterio porque la temperatura se debe tomar y colocar en el registro a la hora exacta y una vez que se alcanza el estado estable, dichas temperaturas tienen que quedar registradas a cada cinco minutos durante dos horas y media.

4-2-2 ETAPA DOS.

RECIPIENTE PARA MOLDEO DE MUESTRAS:

Se buscó un recipiente donde colar las muestras, intentando que su tamaño fuera adecuado, de manera que, las distancias entre los distintos puntos donde se deben tomar las temperaturas y la resistencia fueran significativas. Dicho recipiente no debía

ser demasiado amplio, pues aumentaría mucho el tiempo de calentamiento, retrasando demasiado las mediciones. También era necesario que el recipiente, aparte de ser estándar, se pudiera conseguir en gran cantidad y con un costo mínimo. El recipiente elegido fue la lata cilíndrica de aceite monogrado para motores a gasolina marca MEXLUB PEMEX (Fig. 4-2-2a), sólo bastó con recolectarlos en las diferentes gasolineras y quitarles ambas tapas. Sus dimensiones son:

Diámetro interior de la lata = 9.95cm.
Diámetro exterior de la lata = 10.15cm.
Altura de la lata = 14.29cm

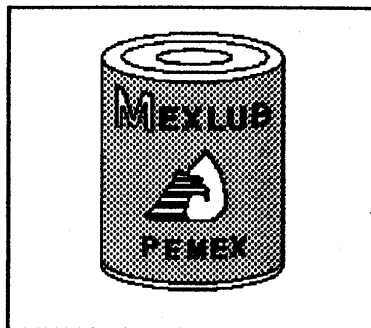


Fig. 4-2-2-a. Lata de Aceite MEXLUB

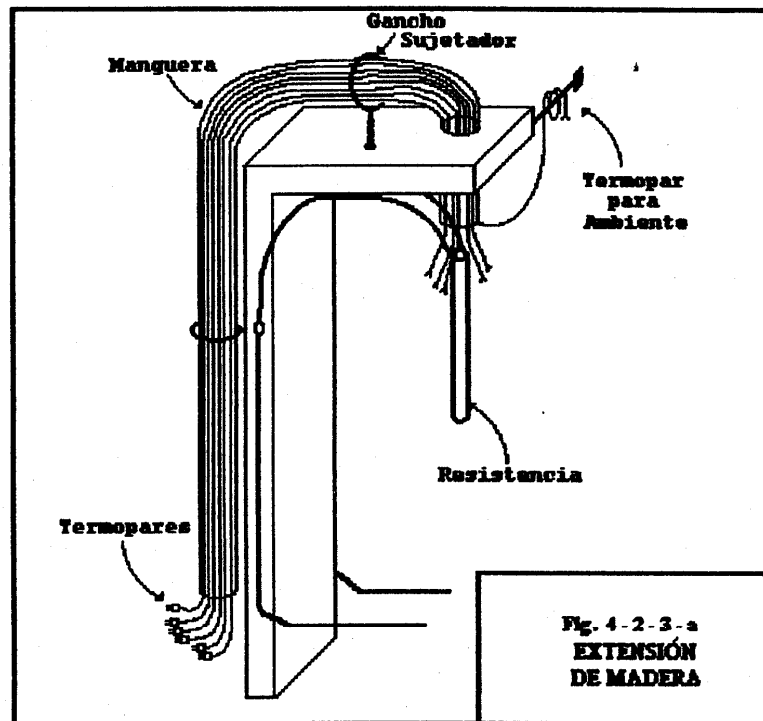
Lo que aseguraba que la muestra, aún si sufriera contracción por secado, podría contener a la resistencia.

4-2-3 ETAPA TRES.

MONTAJE DEL DISPOSITIVO:

En un restirador, previamente lijado y pintado, se colocó una extensión de madera para fijar, por ésta, el alambrado de la resistencia unido al circuito y el de los termopares, estos últimos, dentro de una manguera transparente sujeta con ganchos, de manera que podía quitarse o ponerse tantas veces como fuera necesario. Al final de la manguera salen los extremos de los seis termopares, a los que se les adaptaron

contactos para conectarse al medidor de temperatura que cuenta con un aditamento para medir las seis lecturas en seis diferentes canales ya fijos. (Fig. 4-2-3a).



La altura de la extensión de madera está dada para que pueda contener la muestra, una tapa aislante en el extremo inferior del espécimen y otra en el extremo superior. Esta tapa aislante se elaboró de poliestireno y madera, en esta última se labró un orificio que permite a la muestra entrar y quedar fija en dicho lugar, ver figura 4-2-3b).

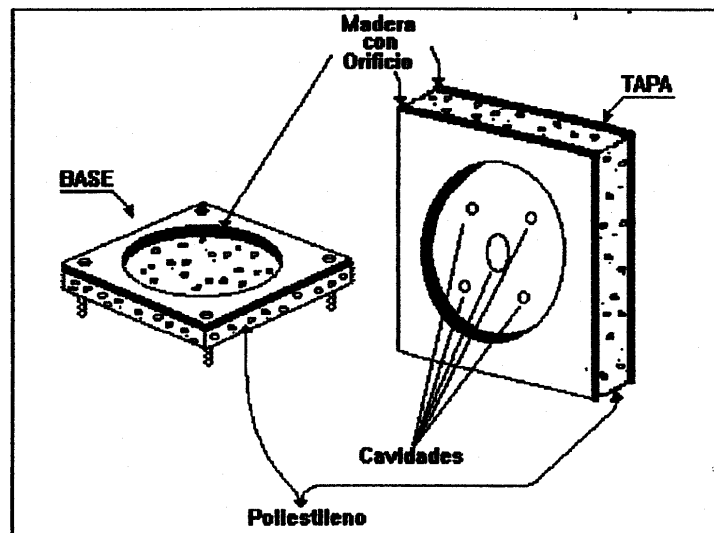


Fig. 4-2-3b Tapas Aislantes

Sobre la mesa se fijó el circuito con alambre de calibre 14 AWG. El circuito se hizo con el amperímetro en serie, el voltímetro en paralelo y con un variac, el cual se conectará en un regulador de voltaje.

El acomodo de los medidores se hizo de tal forma que el observador pueda, en una misma posición, apreciar todas las lecturas (Fig. 4-2-3c).

La conexión entre la resistencia y el circuito se hizo de tal manera que fuera removible, para que en caso de estropearse, se pudiera cambiar (Fig. 4-2-3d).

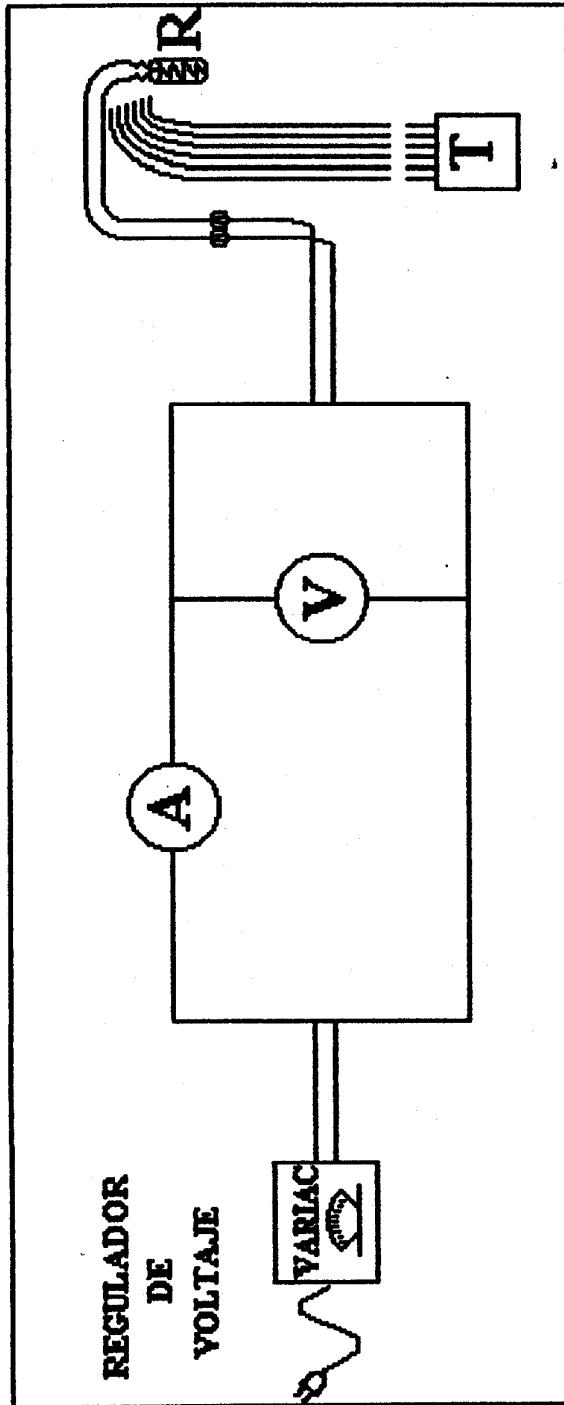


Fig. 4-2-3-c Circuito: Amperímetro(A), Voltímetro(V), Resistencia(R), Termómetro(T) y Variac.

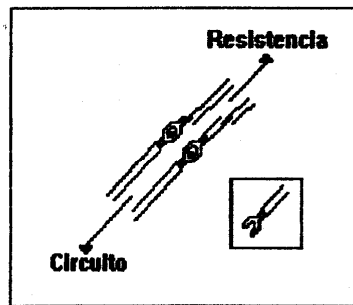


Fig. 4-2-3-d Conexión de la Resistencia

4-2-4 ETAPA CUATRO.

ELABORACIÓN DE LA PLACA MOLDE:

Para utilizar el medidor de los pasos anteriores, era necesario que las muestras o espécimenes fueran colocados en la lata de aceite para que tuvieran dimensiones similares. Una vez fraguados y secas se extraerian de la lata para colocarse entre las tapas aislantes; pero para introducirle a cada espécimen la resistencia y los cinco termopares fue necesario hacerle cavidades con los diámetros y la profundidad exacta, perfectamente paralelos entre si la resistencia, los termopares y la longitud del cilindro: además debía haber entre las cavidades distancias fijas y bien conocidas.

Pensando en la forma más fácil, precisa y reproducible, es decir, que no importando el número de muestras siempre se configurarían igual; se decidió elaborar una "placa molde", ésta se hizo con una placa de acero de forma circular con diámetro de 15.5 cm, es decir, suficientemente mayor que el del bote. Al centro de la placa se soldó una barra con diámetro igual al de la resistencia y de igual longitud. Tras una búsqueda intensiva se consideró adecuado utilizar un "Hot Roled" que es de acero y cuyo diámetro mide 1/4", es decir, 6.4 mm igual al diámetro de la resistencia. Se cortó con un largo adecuado para que de la superficie de la placa hasta el final fuera de 12.53 cm.

Para los termopares se necesitaron barras de acero para garantizar que se conservarían verticales aun después de trabajar con los concretos, pero con un diámetro de tan sólo 1.9 mm; luego de buscar mucho, se tomó la decisión de usar rayos de bicicleta de diámetro de 2 mm, que son resistentes y además de precio muy accesible.

La barra de 1/4" se metió a presión y después se soldó en la placa de acero. Para los rayos se tuvieron que incrustar las tuercas de ellos mismos en los diferentes puntos seleccionados en la placa, permitiendo con ésto que los rayos fueran removidos o cambiados por nuevos con facilidad.

La profundidad de los rayos fue de 6.65 cm cada uno. (Figs. 4-2-4a y 4-2-4b).

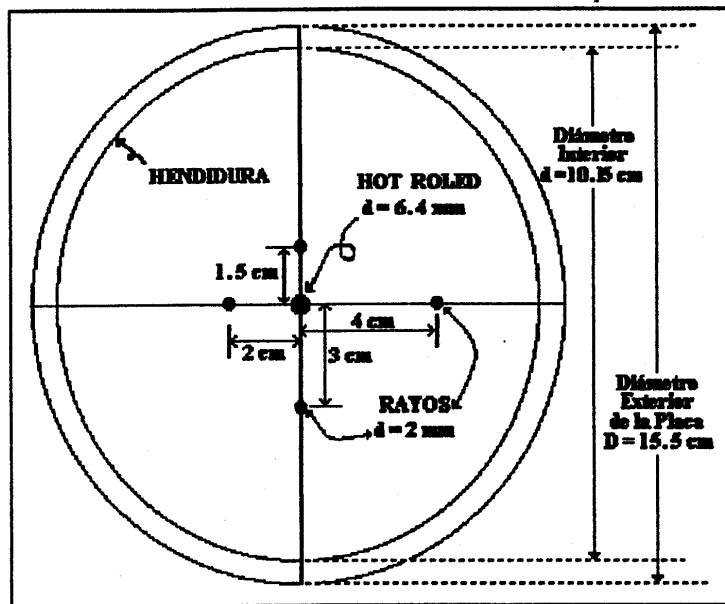


Fig. 4-2-4-a Acabado del Hot Roled y Rayos de Bicicleta.

Se marco en la placa el lugar adecuado donde debía quedar la lata considerando que la resistencia estuviera exactamente en el centro cuando se fuera a vertir la mezcla. Para evitar su desplazamiento se hizo una pequeña hendidura de diámetro igual al exterior del bote. (Fig. 4-2-4a)

Para sujetar el bote, evitando que algún movimiento lo sacara de la ranura, fue necesario soldar unos trozos de solera en cuatro puntos, equidistantes a 90 grados, con soldadura común 6011. Los trozos de solera se ajustaron hasta que el bote entrara a presión entre ellos. (Fig. 4-2-4c)

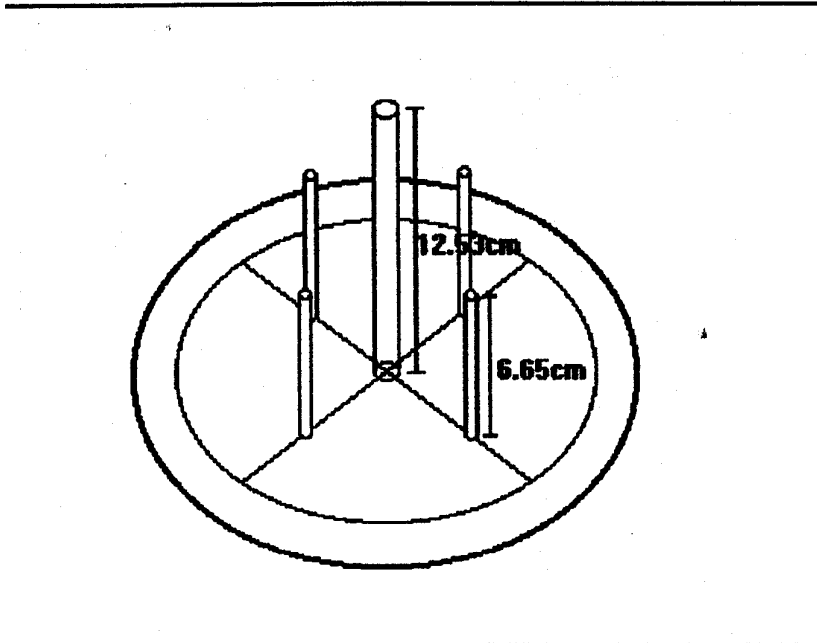


Fig. 4-2-4-b Placa Molds

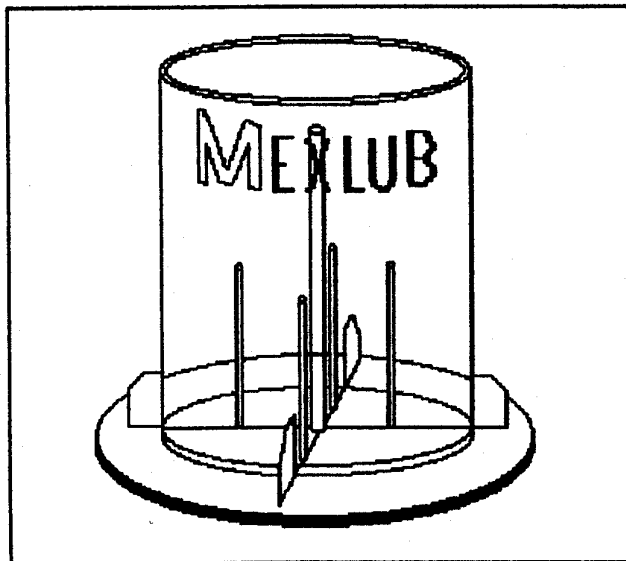


Fig. 4-2-4-c Placa Molds con trozos de Sólida y Lata.

4-2-5 ETAPA CINCO.

MODIFICACIONES FINALES:

Después de hacer algunas muestras y medirlas, se vió la necesidad de ponerle a la resistencia un casquillo de un material altamente conductor de calor, que fijaría al termopar que mide la temperatura de la resistencia, a una distancia exacta y conocida (al mismo tiempo que se aumentaba el área de contacto de la resistencia con la muestra y garantizaría mejor transmisión de calor al espécimen). El casquillo se hizo con una barra de cobre ($K_{\text{cobre}} = 39 \times 10 \text{ J/sm}^{\circ}\text{C}$), a dicha barra se le hizo una cavidad al centro con el mismo diámetro de la resistencia (trabajo de torno) y se cortó en dos trozos de largo igual a 12.53 cm, uno se adaptó en la resistencia y el otro al "Hot Roled" de la "placa molde". Figura 4-2-5.

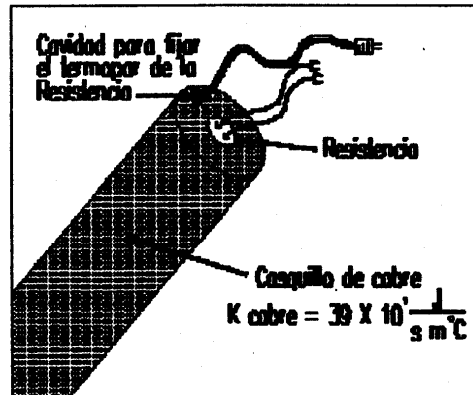
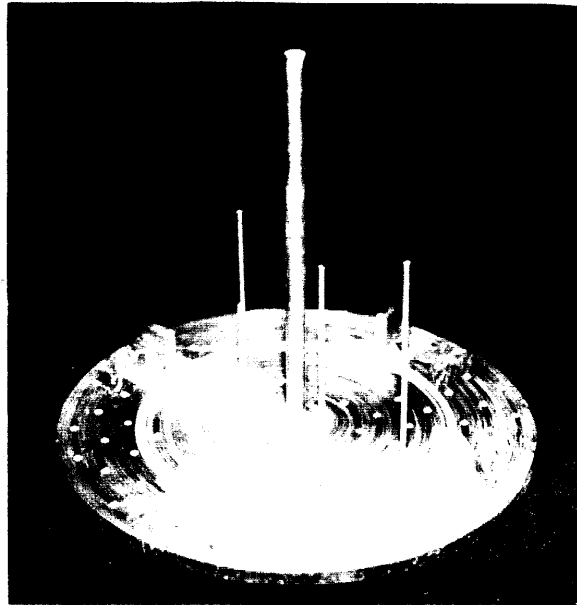


Fig. 4-2-5 Resistencia con Casquillo de Cobre



▲ Arriba: Materiales empleados en la construcción del dispositivo.
◀ "Placa Molde", con hot roled y rayos de bicicleta, utilizada en la elaboración de muestras.
▼ Abajo: Dispositivo para la medición de Conductividad Térmica.

