

5. SELECCIÓN Y ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES.

5.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describirá la forma de cómo y por qué se seleccionó el material y la forma de elaboración de cada uno.

Llamamos espécimen a la muestra que deseamos evaluar para conocer su conductividad térmica.

En nuestro caso hemos escogido 14 materiales, los cuales se ensayaron para obtener su conductividad térmica y otras propiedades como resistencia, densidad y proporciones. Cada material consta de 2 muestras.

Únicamente se consideraron los factores más importantes para la selección de los especímenes de acuerdo a las características y funcionamiento del aparato, estas características son:

- Que sean materiales comunes en el uso de la construcción.
- Que su forma de utilización nos permita adaptarlo al sistema.
- Materiales que (de preferencia) se utilicen como placas planas.

Estos factores y los objetivos planteados para la determinación de las propiedades térmicas (las cuales se describen en la práctica C 177 de las ASTM) y las especificaciones del material, para el método de operación de dos lados, señala que los dos especímenes deben ser seleccionadas para ser tan similares en dimensiones y en homogeneidad como sea posible.

5.2. SELECCIÓN DEL MATERIAL.

Para esta investigación se seleccionaron materiales para la construcción cuyas características además de las antes mencionadas fueran:

- Ser materiales de construcción de la región.
- Que sean usados como materiales de la envolvente, que cubren de las inclemencias del clima a las edificaciones (muros, losas, recubrimientos y accesorios).
- Que su forma de utilización sea la de una placa plana.
- Que el material que se va a ensayar no sea un material más aislante que el material con el que está construido el dispositivo ya que los resultados que se obtendrían serían erróneos.
- Tamaño. El máximo espesor del espécimen que pueda ser medido a una exactitud dada es dependiente en varios parámetros, incluyendo el tamaño del aparato, la resistencia térmica del espécimen, y la exactitud deseada, para mantener márgenes de pérdida de calor abajo de $\pm 0.5\%$ para un ancho de protección que es alrededor de la dimensión lineal de la región medida, el espesor máximo recomendado del espécimen es una tercera parte de la dimensión lineal de la región medida. Las medidas exactas de las muestras están determinadas por la resistencia y el gabinete de prueba que son las que delimitan las dimensiones de la muestra.

En la forma de cálculo para la obtención de la conductividad térmica consideramos la diferencia de espesor y área de las muestras para la distribución del flujo de calor.

- El espécimen debe ser calibrado para cubrir toda la región medida.
- Homogeneidad

5.3. ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES.

Preparación del espécimen. La preparación y acondicionamiento de los especímenes deben ser de acuerdo con la especificación de material apropiada. En general las superficies del espécimen deben ser preparadas para asegurar el contacto térmico uniforme con la placa de calentamiento.

Especímenes Compresibles. Para los especímenes compresibles la superficie de los especímenes no compresibles pueden ser comparativamente áspero siempre y cuando estas ondulaciones esencialmente desaparezcan bajo pruebas de compresión. Bajo condiciones más

extremas, puede ser necesario suavizar las superficies del espécimen para lograr mejor contacto de plancha a espécimen. Seguido muchas veces este puede ser el caso a altas temperaturas, donde la transferencia de calor radiante predomina en el vacío. Para la medida de especímenes compresibles, los sensores de temperatura son seguido montados directamente en las superficies de los especímenes.

Especímenes Rígidos y de alta conducción. La medida de especímenes de alta conducción requiere de mayor preparación de superficie y mayor cuidado. Primero, la superficie debe de hacerse plana y paralela al mismo grado que la de la plancha de calentamiento.

En algunos casos es necesario montar los sensores de temperatura directamente en las superficies del espécimen, esto se puede lograr haciendo una pequeña ranura sobre la muestra a modo de que se asegure el contacto directo entre la punta del termopar y que este no afectará para la formación de una cámara de aire entre la muestra y la placa de aluminio. Bajo estas condiciones de vacío, el más mínimo espacio entre plancha y espécimen es esencialmente una resistencia térmica infinita (excepto para transferir calor radiactivo). Bajo estas condiciones ocurrirán extremas desigualdades de flujo de calor. De cualquier forma el usuario siempre debe de tratar de minimizar la proporción de resistencia de hacer lo posible por una proporción constante sobre toda la superficie.

Especímenes Anisotrópicos- La medida de especímenes altamente anisotrópicos puede resultar en errores significativamente mayores que por especímenes isotrópicos. Especímenes cuyos ejes de simetría plano liso no son recomendables para medida por este método de prueba porque los resultados serán equivocados dado al aumento de errores de medición así como a la interpretación de datos.

En este segmento describiremos los elementos que utilizamos para la elaboración de los materiales que empleamos para el desarrollo de esta investigación.

Como se dijo anteriormente se seleccionó el material de acuerdo con las características que se creyeron convenientes para lograr los objetivos trazados por esta investigación. A continuación se da una lista de los materiales que se ensayaron:

- Cemento portland puzolánico o tipo II.
- Concreto $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$.
- Concreto $f'c = 200 \text{ Kg./cm}^2$.

- Mortero cemento-cal-arena.
- Yeso (marca Mocuzari).
- Cartón de yeso o tabla roca.
- Ladrillo común (del cerro colorado en Hermosillo).
- Ladrillo Querobabi.
- Terrazo (piso).
- Vidrio transparente (6 mm).
- Vidrio reflectivo (6 mm).
- Termocreto (mezcla de cemento con perlacreto).
- Termocel (only though).
- Mezcla termocel-termocreto.

5.3.1. CEMENTO PORTLAND.

El cemento portland está hecho de minerales cristalinos en polvo muy fino compuesto principalmente de silicato de calcio y aluminio. La adición de agua a estos minerales produce una pasta la cual, una vez endurecida, alcanza una alta resistencia. Su densidad es de 1500 Kg./m³.

Los materiales en bruto que hacen el cemento son:

1. Cal (CaO) de la piedra caliza.
2. Sílice (SiO₂) de la arcilla.
3. Alúmina (Al₂O₃) de la arcilla.

El cemento que utilizamos para crear esta muestra es un cemento portland puzolánico.

La mezcla que utilizamos para obtener la muestra es cemento portland puzolánico con agua en proporciones de 3 lts. por 2 lts. respectivamente. El agua sólo haría la función de hacer que el cemento se fusionara por medio de su reacción química entre sus componentes para poder formar un sólo cuerpo. Las proporciones en este caso no son muy importantes o determinantes, ya que el agua es sólo un complemento de la mezcla y no es nada definitivo.

El principal problema que hayamos para adaptar esta muestra fue su contracción, por lo que había hacerla más grande que las medidas normales de la tarjeta en cuanto a ancho y largo. El

espesor de la muestra no importaba mucho, siempre y cuando este no fuera mayor que el máximo que pudiera adaptarse al E.M.C.T.

El procedimiento para obtener la mezcla consistió en vaciar 3 lts. de cemento portland puzolánico en una charola y agregarle 2 lts. de agua. Al mezclar estos elementos, se obtuvo una lechada, la cual fue vaciada en los moldes hechos especialmente para estas muestras. Estos moldes tuvieron que ser más grandes que los comunes utilizados para las demás muestras para el E.M.C.T. Antes de vaciar la lechada se lubricaron los moldes con aceite vegetal comestible para evitar que las muestras se pudieran quedar pegadas. Una vez vaciada la lechada en los moldes, se esperó alrededor de 3 horas para sacar las muestras. Después se dejaron secar las muestras por espacio de 8 días para que el cemento perdiera toda el agua posible y su contracción a partir de ese tiempo fuera mínima.

Paso siguiente fue el de dejar a la medida exacta las muestras para adaptarla al E.M.C.T. por medio de una pulidora de disco para alisar, rebajar y uniformizar las superficies y una cortadora de concreto para dejar a la medida sus orillas.

Las dimensiones a las que se dejaron las muestras fueron:

Espesor = 0.0449 m. y 0.0465 m.

Área = 0.0170 m² y 0.0168 m².

A estas muestras se le hizo una pequeña ranura en las caras que estuvieron en contacto con las placas de aluminio para que pudieran entrar los termopares sin causar un abultamiento excesivo.

5.3.2. CONCRETO $f_c = 200 \text{ Kg./cm}^2$ y de 150 Kg./cm^2 .

El concreto normal es una mezcla de cemento, agua y agregados finos y gruesos.

El concreto es un elemento muy importante en el desarrollo de las obras de construcción debido a sus propiedades físicas, químicas y estructurales de utilización. Sus usos más comunes son en estructuras como pisos, losas, muros de contención, traveses, columnas.

Por sus características químicas el concreto necesita una forma muy particular de trato, ya que se debe de conocer muy bien sus propiedades y funcionamiento en su elaboración y colocación.

El peso volumétrico del concreto normal es de aproximadamente 2300 Kg./m³.

El f_c indica la resistencia del concreto a la compresión.

Para la elaboración de un concreto es necesario hacer la mezcla de varios elementos como lo son principalmente el cemento, agua y los agregados como lo son la arena y la grava. La resistencia de cada concreto se debe a las características de cantidad y características físicas de cada elemento que lo forma.

El cemento es el principal componente de la mezcla de concreto y fue descrito anteriormente.

El agua se requiere en la producción de concreto a fin de precipitar la reacción química con el cemento, para humedecer el agregado y lubricar la mezcla para una fácil manejabilidad.

Los agregados son la parte del concreto que constituye el grueso del producto terminado. Abarcan del 60 al 80% del volumen del concreto, y tienen que estar graduados de tal forma que la masa total de concreto actúe como una combinación relativamente sólida, homogénea y densa, con los tamaños más pequeños actuando como un relleno inerte de los vacíos que existen entre las partículas más grandes.

Para conocer las características de los agregados, en sí las necesarias para lograr la mezcla de concreto, es necesario realizar algunas pruebas de laboratorio. Sus principales características son su granulometría y su tamaño máximo de agregado (estas pruebas son descritas en el apéndice B).

Una vez conocidas las características de cada elemento que conformará la mezcla se utiliza un método para conocer las cantidades de cada elemento.

En el caso nuestro para elaborar el espécimen después de haber realizado estas pruebas antes mencionadas, realizamos la mezcla de estos elementos en la cantidad necesaria para elaborar dos muestras en base a las proporciones que obtuvimos. Las cantidades de cada elemento utilizado son las siguientes:

Para el concreto $f_c = 200 \text{ Kg./cm}^2$

Cemento = 1.10 Kg.

Arena = 2.81 Kg.

Grava = 2.20 Kg.

Agua = 0.70 Lt.

Para el concreto $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$

Cemento = 0.50 Kg.

Arena = 3.30 Kg.

Grava = 2.20 Kg.

Agua = 0.70 Lt.

El resultado final de estas mezclas no indica la completa utilización de toda la mezcla, ya que estas fueron vaciadas a los moldes y tuvieron que ser recortadas a la medida del E.M.C.T. después de su secado.

Una vez vaciadas las mezclas en los moldes, previamente lubricados para evitar que se pegaran las muestras, se dejaron por un periodo de 6 horas y se retiraron de los moldes. Después se dejaron secar por un tiempo de 14 días.

Paso siguiente fue el de recortar las muestras a la medida con un procedimiento igual al del cemento.

Las dimensiones de los especímenes son:

Para el concreto $f'c = 200 \text{ Kg./cm}^2$.

Espesor = 0.0390 m.

Área = 0.0183 m²

Las dimensiones de los especímenes son:

Para el concreto $f'c = 150 \text{ Kg./cm}^2$.

Espesor = 0.0379 m.

Área = 0.0180 m²

A estas muestras se le hizo una pequeña ranura en las caras que estuvieron en contacto con las placas de aluminio para que pudieran entrar los termopares sin causar un abultamiento excesivo.

5.3.3. MORTERO CEMENTO-CAL-ARENA.

El mortero es una mezcla de cemento, cal, arena y agua, utilizado para ligar elementos prefabricados y naturales en muros, cimientos y otros.

Existen varios tipos de mortero: cemento-cal-arena, cal-arena y cemento-arena, con sus derivados de mezclas cada cual. Sin embargo decidimos probar solamente con este tipo debido a que sólo nos interesa conocer si este material funciona en el sistema. Posteriormente se podrá realizar otro trabajo que comprenda solamente la prueba de varios tipos de morteros en este mismo sistema.

Las proporciones que utilizamos para elaborar las muestras fueron las siguientes:

Cemento = 0.50 lt.

Cal = 0.50 lt.

Arena = 1.00 lt.

Agua = 1.00 lt.

Estos elementos fueron vaciados y mezclados en una charola y después puestos en los moldes. Ahí en los moldes se estuvieron por un período de 6 horas y después se retiraron para dejarlos secar por un período de 15 días.

Paso siguiente fue el de recortar las muestras a la medida con un procedimiento igual al utilizado para el cemento.

Las dimensiones de los especímenes I y II son las siguientes:

Espesor = 0.0381 y 0.0376 m.

Área = 0.0181 y 0.0178 m².

A estas muestras se le hizo una pequeña ranura en las caras que estuvieron en contacto con las placas de aluminio para que pudieran entrar los termopares sin causar un abultamiento excesivo.

5.3.4. YESO.

El yeso es un material que se utiliza en la construcción como un recubrimiento de muros principalmente de interior. Otra de sus aplicaciones es la de decorar y moldear paredes, arcos, .

Para elaborar la muestra de yeso utilizamos yeso de la marca Mocuzari y agua.

Las cantidades son las siguientes:

Yeso Mocuzari = 3.0 lt.

Agua = 2.5 lt.

Para la cualquier trabajo realizado con yeso es necesario tomar muy en cuenta el tiempo de reacción del yeso con el agua, ya que es una reacción muy rápida, con un buen manejo de la mezcla puede durar alrededor de 30 minutos.

La mezcla del yeso con el agua la realizamos en una charola la cual sus dimensiones nos permitieran obtener las dos muestras y en su base y paredes colocamos plástico para evitar que se pegue el compuesto. El mezclado de los dos elementos produce una especie de grumos, los cuales hay que deshacer. Una vez que ya se mezcla bien los elementos esperamos alrededor de 5 minutos y lo sacamos del molde, lo colocamos en una base firme y lo cortamos con una hoja de segueta con dimensiones del aparato +1 mm. para asegurarnos de que al perder agua no quedara demasiado pequeño. Después lo dejamos en agua durante 15 minutos para bajar la temperatura, ya que se encontraba demasiada alta y después las dejamos secar durante 10 días.

Las dimensiones de los especímenes I y II son las siguientes:

Espesor = 0.0432 y 0.0446 m.

Área = 0.0179 y 0.0183 m².

A estas muestras también se le hizo una pequeña ranura en las caras que estuvieron en contacto con las placas de aluminio para que pudieran entrar los termopares sin causar un abultamiento excesivo.

5.3.5. CARTÓN DE YESO (Tabla roca).

Este material es utilizado principalmente como falso plafond para proteger que el calor penetre directamente a través de los muros o losas hacia el interior de la construcción. Existen varios tipos de cartón de yeso, entre ellos encontramos cartón de yeso para exterior y para interior principalmente. El cartón de yeso que utilizamos para ensayar en el E.M.C.T. es para interior compuesto de cartón en las caras con un espesor aproximado de 0.2 mm.; al centro se encuentra una capa de yeso de espesor promedio 12.3 mm.

Este material es muy comercial por lo que se obtuvieron las muestras a partir de una hoja de cartón de yeso marca Panel Rey.

La forma de adaptarlo al equipo fue muy sencilla, ya que se hizo recortando a la medida con una navaja con filo y después lijando las orillas para que quedara justo en el equipo.

Las dimensiones son las siguientes:

Espesor = 0.0125 y 0.0126 m.

Área = 0.0179 y 0.0177 m².

A este material no se le hizo la ranura para la colocación de los termopares debido a que su espesor es demasiado pequeño y porque su capa de cartón es también muy delgada, sin embargo se le aplicó a las puntas de los termopares una pasta conductora.

5.3.6. LADRILLO COMÚN Y LADRILLO QUEROBABI.

Este es un material muy utilizado en la construcción en la región, sobre todo en muros y construcciones especiales como hornos.

El material con el que se hace el ladrillo es una tierra arcillosa extraída de un lugar muy particular cercano a la ciudad de Hermosillo.

Para realizar las muestras cortamos (con ayuda de una segueta especial para cortar este material) ladrillos ya fabricados que se venden comúnmente en las calles. Así tratamos de obtener dos muestras lo más parecidas posibles.

Las dimensiones de las muestras son las siguientes:

Para el ladrillo común:

Espesor = 0.0288 m.

Área = 0.0178 m².

Para el ladrillo tipo Querobabi:

Espesor = 0.0334 m.

Área = 0.0181 m².

A estas muestras también se le hizo una pequeña ranura en las caras que estuvieron en contacto con las placas de aluminio.

Las diferencias entre el ladrillo tipo Querobabi y el común son que la apariencia del primero es más decorativa y mejor cocimiento, compactación, por lo que se obtiene una mejor y mayor duración.

5.3.7. TERRAZO.

El terrazo es un material a base de mortero cemento-arena como base y piedra granito en la cara superior.

Este material es utilizado en el recubrimiento de piso como decorativo. Su función térmica no será muy relevante, ya que el flujo de calor que se encuentra en los piso o entresijos no es muy significativo.

El terrazo es un material que se puede conseguir fácilmente en el comercio, ya que es fácil de fabricar y por lo tanto económico.

Para elaborar los especímenes de este material de una pieza de terrazo de 30 x 30 cm. recortamos con ayuda de un disco para cortar concreto a las medidas del E.M.C.T.

Aquí hubo un gran problema para determinar que lado de la muestra se pondría en contacto con la resistencia eléctrica, es decir por que lado se cree que el material en su función tenga mas calentamiento. Se optó por poner la cara de la piedra de granito hacia la resistencia debido a que es una piedra natural y absorberá más calor, por considerar que es el lado más crítico en cuanto a absorber calor.

Las dimensiones finales con las que quedaron las muestras son las siguientes:

Espesor : 0.0223 m.

Área : 0.0179 m².

También fue necesario hacerle las ranuras para colocar los termopares.

5.3.8. VIDRIO.

El vidrio es un material extraído de la arena de sílice.

El vidrio es un material por el cual el flujo de calor es significativo, ya que no solo es el paso de la temperatura a través de ellos, sino que también son los rayos solares, lo que provoca un calentamiento de las construcciones. Los vidrios son materiales por lo general aislantes, sin embargo su utilización en las construcciones es en espesores demasiado pequeños, lo que provoca que su resistencia al paso del calor sea demasiado pequeña.

En el caso especial de esta investigación decidimos realizar la investigación de dos vidrios especiales utilizados en la construcción de un edificio llamado Torre Hermosillo debido a que son cristales especiales.

Estos materiales tienen la característica de ser uno de ellos reflectivo y el otro normal pero de espesores poco más grandes que los comunes (6 mm).

El adaptar estos elementos a la caja de prueba no fue fácil, ya que para cortarlos es necesario contar con un equipo especial de corte de vidrio debido a su espesor.

Las dimensiones con las cuales se ensayaron estos materiales son las siguientes:

Para el vidrio normal

Espesor: 0.006 m.

Área : 0.0177 m².

Para el vidrio opaco

Espesor: 0.006 m.

Área : 0.0179 m².

Por su espesor y la consistencia del material no fue posible hacerles la ranura para colocar los termopares. Para este caso en particular (que se puede utilizar para todos los casos), para fijar los termopares utilizamos una pasta conductora a base de silicón. En la punta del termopar se aplicó un poco de esta pasta y se adhiere a la superficie del vidrio. Con esto aseguramos que los

datos censados por los termopares son en la superficie del vidrio y no en la placa de aluminio o en la cámara de aire que se pueda formar entre el vidrio y las placas de aluminio debido al grosor de los termopares, ya que evitan un contacto total entre estos elementos.

5.3.9. TERMOCRETO.

El termocreto es un concreto ligero y aislante que está fabricado a base de cemento portland y perlita expandida, mineral granular de estructura celular cerrada formada por numerosas celdas de aire herméticas de vidrio volcánico inerte, que disminuyé considerablemente la transmisión de calor y del ruido, logrando el mínimo de material sólido al retener la mayor cantidad de aire, elemento esencial para el mejor aislamiento térmico y acústico.

Este material se está utilizando para la elaboración de bloques con ventajas térmicas y de peso para las construcciones.

En nuestro caso para elaborar las muestras fue necesario mezclar :

Perlita termocreto: 3.00 lts.

Cemento : 1.00 Kg.

Agua : 1.30 lts.

Aclaremos que el volumen obtenido con esta mezcla no es el total utilizado en la elaboración de los especímenes, sino las proporciones utilizadas únicamente.

Al mezclar estos elementos en una charola nos da una consistencia arenosa y fácil de manejar, por lo que se vaciaron en los moldes y se dejaron por un tiempo de 12 horas. Después se sacaron de los moldes y se dejaron secar por espacio de 8 días.

Una vez secos se dejaron a la medida de la caja de prueba con ayuda de una hoja de segueta para fierro.

Las dimensiones a las que se dejaron los especímenes son:

Espesor : 0.0371 m.

Área : 0.0182 m².

La cara de las superficies que estarían en contacto con las placas de aluminio no son muy lisas, por lo que hubo que lijarlas un poco con una lija para madera fina.

El material se debe de compactar un poco al momento de estarlo vaciando en los moldes, ya que si no se hace esto, el material tiende a quedar muy poroso, afectando el ensaye o no obteniendo resultados reales.

5.3.10. TERMOCEL.

Mortero térmico a base de fibra de celulosa con propiedades térmicas.

El uso que se le está dando comercialmente a este producto es el de aislante térmico en proteger: losas, muros y ductos principalmente.

Hay que considerar que este producto contiene sales por lo que habría que considerar su duración a la intemperie.

Para la elaboración de las muestras se vació el contenido de este producto tal como se vende comercialmente, en un recipiente plano y se dejaron durante dos días a secar y se recortaron con una sierra fina.

Las muestras se dejaron con las siguientes dimensiones:

Espesor : 0.0160 m.

Área : 0.0180 m².

Con este material también se realizó el procedimiento de ranuración de la superficie.

5.3.11. TERMOCEL-TERMOCRETO (MEZCLA).

Este material se obtuvo de la mezcla de dos materiales termocel y termocreto que al ensayarlos nos dieron buenos resultados térmicos; estos materiales fueron descritos anteriormente. Este tipo de experimentación se realiza con el fin de obtener un mejor material que sustituya a los materiales tradicionales de emplaste o de niveles de losas para caídas de agua. Se busca también con estos materiales que el resultado sea un material térmico e impermeable con buena resistencia al tráfico y duradero ante las inclemencias del clima sobre todo en estas regiones de climas extremosos.

La mezcla que se utilizó para este material es el siguiente:

Termocreto : 3.0 lts.

Cemento portland : 1.0 lt.

Termocel o celulosa : 1.0 lt.

Impermeabilizante (Darahuel): 0.30 lt.

Agua: 0.40 lt.

Esta mezcla la realizamos en una charola para posteriormente vaciarla en los moldes, se dejó durante 6 horas y se sacaron de estos, posteriormente se dejaron secar por un tiempo de 8 días.

Las muestras se dejaron con las siguientes dimensiones:

Espesor : 0.0371 m.

Área : 0.0181 m².

Con este material también se realizó el procedimiento de ranuración de la superficie.

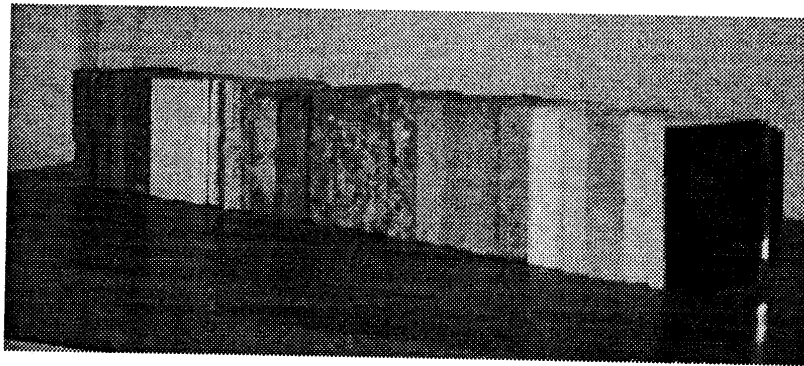


Foto 5.1. *Especímenes probados*