

8. CONCLUSIONES, OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1. CONCLUSIONES.

Como se discutió previamente en el capítulo uno, cada vez es más importante hacer diseños de edificios y viviendas energéticamente eficientes, ya que casi un 30 % de los consumos de energía eléctrica de la región son destinados para cubrir requerimientos de climatización. Un primer paso para mejorar estos diseños es un buen entendimiento de los procesos de transferencia de calor que se dan a través de la envolvente de los edificios.

Es por lo anterior que cobra principal importancia el comportamiento térmico de los materiales de construcción y específicamente la propiedad conocida como conductividad térmica. Valores bajos de *conductividad térmica* significa menor intercambio de calor del interior del edificio con el exterior, y esto redundaría en menores requerimientos de energía eléctrica para alcanzar el confort en su interior. Lo contrario, es decir, el no considerar estas propiedades puede llevar a diseños de edificios sumamente ineficientes, con un alto costo de mantenimiento.

Esta problemática ha llevado a algunos países a establecer normas constructivas donde se contemplan los balances energéticos como condición de cálculo requerida para su aprobación. En México se tiene un proceso de discusión y establecimiento de una norma con este fin.

En el anterior marco se suscribe el presente trabajo de diseño de un dispositivo para la medición de la conductividad térmica de materiales de construcción.

Esta investigación está basada en normas internacionales para medición de la conductividad, principalmente la ASTM C-177 y sus variantes complementarias. Las que dieron la pauta para la construcción del dispositivo.

Se considera necesario que los Ingenieros Civiles comiencen a manejar los conceptos de transferencia de calor y que se familiaricen con la nomenclatura de esta disciplina, así como con los valores de la *conductividad térmica* para distintos materiales de construcción.

Las conclusiones del trabajo pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El diseño mostró ser suficientemente práctico para usarse en pruebas de materiales de construcción, dado su tamaño, geometría y versatilidad. Lo que permite facilidad en su uso.
- El análisis de incertidumbre efectuado sobre el equipo en su conjunto (capítulo 6) arrojó valores de incertidumbre de la medición menor del 10 %, lo que significa una buena confiabilidad en los resultados experimentales.
- En la comparación hecha entre los resultados experimentales y los encontrados en la bibliografía y en anteriores trabajos en la Universidad (ref. 3), se observa una buena consistencia entre estos, los resultados se presenta en la tabla 7.17, por lo que se concluye que el equipo es confiable, consistente y con buena precisión.
- Una vez constatada la confiabilidad del equipo se evaluaron materiales de reciente ingreso al mercado y se presentan sus valores en la tabla 7.16.
- Así mismo, se evaluaron todos los materiales a distintas temperaturas para observar la variación de la *conductividad térmica* en el rango al que estarán sujetos comúnmente estos materiales en un edificio. En la tabla 7.15 se muestran los resultados obtenidos.
- El costo del equipo resulta ser mucho más económico que los que se encuentran en el mercado. Aparte de la dificultad de encontrar equipos dirigidos específicamente para evaluación de materiales de construcción.

8.2. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES.

Como comentario diremos que la realización de un trabajo de investigación requiere de mucha dedicación y la solución adecuada a los problemas atacándose con los recursos que se cuentan y enfocándose a los objetivos trazados.

Las observaciones que se realizan son con el fin de facilitar el desarrollo y mejoramiento de este sistema y promover el interés de este campo dentro de la ingeniería de construcción.

Con respecto al diseño y construcción del E.M.C.T. se utilizó madera y poliestireno para las paredes ya que son materiales fáciles de obtener, además de tener baja conductividad térmica y resistentes al calor; Sin embargo estos pueden ser sustituidos por otros que cumplan mejor con estos requisitos.

En cuanto al diseño del E.M.C.T. para flujo de calor unidimensional es fundamental que sus orillas o bordes estén bien sellados en el momento de la prueba, ya que esto evitará intercambios de aire entre las muestras y el exterior, por lo tanto disminuye al máximo el flujo de calor radial.

También observamos que la colocación de los termopares es muy importante, por lo que deberán estar bien presionados por las placas y el espécimen, colocándose de preferencia al centro de la misma, para asegurar que el flujo de calor sea perpendicular a la cara de la superficie.

Los resultados obtenidos en los materiales probados en el E.M.C.T. se consideran como satisfactorios y dentro del rango de precisión esperado, sin embargo, pueden ser mejorados haciéndole correcciones al sistema y muestras que se vayan a probar.

El equipo no es muy recomendable para especímenes de todo tipo, como por ejemplo en aquellos de caras muy delgadas y demasiado lisas como el vidrio, el espesor del termopar evita que el contacto entre las placas de aluminio y el espécimen sea plano, por lo que se forman cámaras de aire que pueden dar lecturas erróneas de temperaturas o en

materiales demasiado gruesos y de baja conductividad térmica.

Los espesores de los materiales a ensayar no deben de ser demasiado grandes, es decir en este sistema espesores entre 1.0 y 3.0 cm. son recomendables ya que se obtiene mejor el estado estable y se asegura más el flujo de calor en sentido longitudinal a la superficie medida.

En lo que se refiere al sistema en sí se tienen las siguientes recomendaciones:

El lugar donde se vaya a realizar el experimento debe de ser un lugar cerrado donde las condiciones climáticas exteriores no afecten en forma excesiva el desarrollo de la prueba, es decir, que no existan corrientes de aire directa, humedad excesiva y temperatura ambiente que supere la máxima o mínima a la que se pruebe el espécimen.

En el sistema eléctrico, es recomendable que la fuente de poder sea lo más precisa posible, ya que el cálculo considera el flujo de energía eléctrica como una constante a lo largo de una corrida.

Los especímenes que contengan humedad deberán dejarse el tiempo suficiente de secado antes de ser evaluados en el gabinete de prueba para evitar errores al tomar las lecturas de temperatura, y también evitar contracciones del material por pérdida de agua. Por lo anterior es recomendable medir la muestra antes y después del ensaye para detectar variaciones de volumen.

Es importante seguir correctamente los procedimientos de elaboración de las muestras a evaluar, tratando de asemejarse en lo más posible a las condiciones comunes de uso.

Cuando el material presenta grados de heterogeneidad mayores que los recomendados, las líneas de flujo de calor no son perpendiculares a la muestra, por lo que no se cumple con la bases teóricas en las que esta basado el cálculo. Es decir el flujo de calor deja de ser unidimensional.

El probar materiales compuestos dentro de este sistema implica cuidados extras en relación de interpretación de resultados, ya que una colocación no adecuada o en un lugar no propicio, los datos obtenidos pueden no ser del material que se desee, sino de uno de sus compuestos, por lo tanto como principio es mejor determinar la conductividad térmica de los materiales que lo componen por separado.

La propiedad térmica de un material puede ser determinada por una sola medición solo si la muestra es típica de material y el (los) espécimen(es) son típicos de la muestra. Entre más pruebas se hagan de un mismo material el error o incertidumbre tiende a disminuir.

Posibles mejoras al equipo:

- Fuente de poder de corriente directa, ya que esta es más estable que la corriente alterna.
- Colocar más de un termopar en los extremos pudiera mejorar la medición con ciertos grados de heterogeneidad.
- Eliminar corriente de aire dentro del gabinete.

Recomendación del Estudio:

- Diseños para materiales compuestos.
- Ofrecer materias relacionadas con el tema en la comunidad de Ingeniería Civil.
- Mantener informado de las Normas Mexicanas, así como de los desarrollos normativos a otros países.