

# **ESTUDIO DE LA TRANSFERENCIA DE CALOR DE UN PISO RADIANTE HIDRONICO SOLAR A UN ESPACIO**

**Oscar E. Rodea García y Manuel D. Gordon Sánchez**

**racso\_rogo@msn.com, mgs@correo.azc.uam.mx**

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Unidad Azcapotzalco, Posgrado en Diseño,**

**División de Ciencias y Artes para el Diseño**

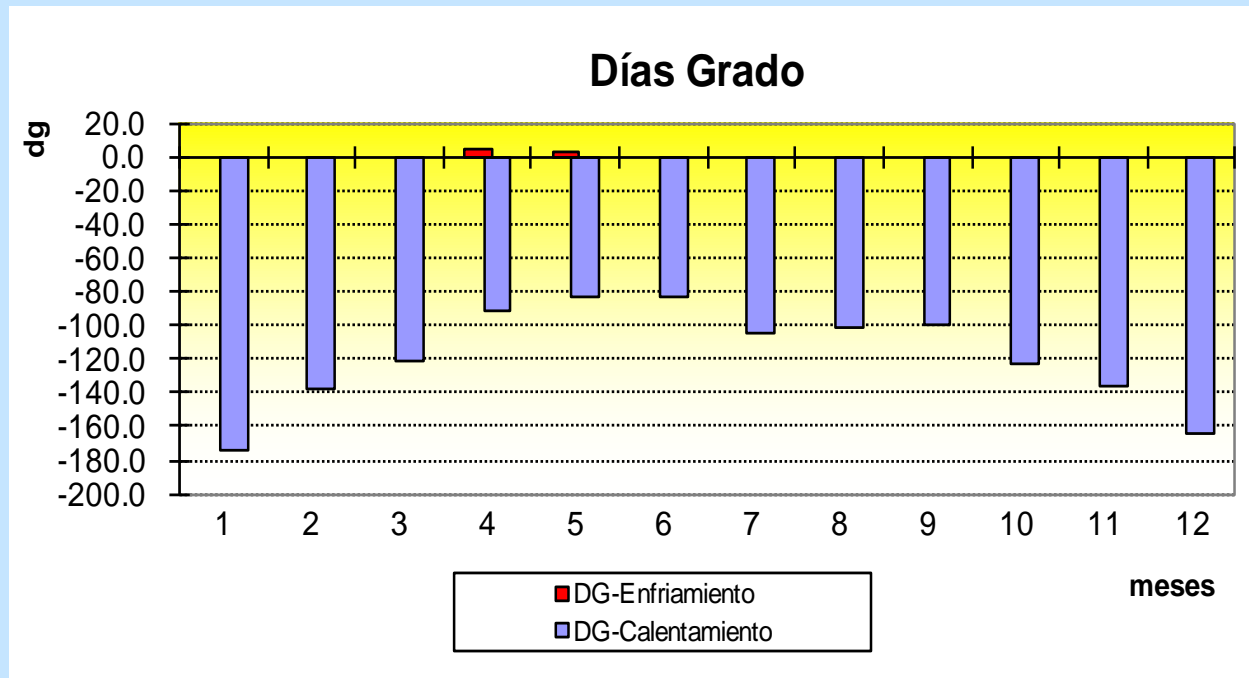
**División de Ciencias Básicas e Ingeniería**

# ANALISIS DE LAS TEMPERATURAS EN LA CIUDAD DE MEXICO

- Las condiciones de comodidad o confort térmico dependen de las variables del medio ambiente, como la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación incidente.
- La ciudad de México presenta un clima templado. “El verano es fresco, lluvioso y prolongado, mientras que el invierno es seco con lluvias escasas; se presenta poca oscilación anual, el clima es de tipo Ganges.” (Freixanet 2000)
- En cuanto a su agrupación bioclimática, se considera semifrío, ya que la temperatura media del mes más caluroso es menor a  $21^{\circ}\text{C}$  y su precipitación pluvial anual se encuentra entre 650 y 1000 mm.



- En la gráfica de *días grado*\*, podemos determinar cuándo se requiere calentamiento y cuándo enfriamiento a lo largo del año.

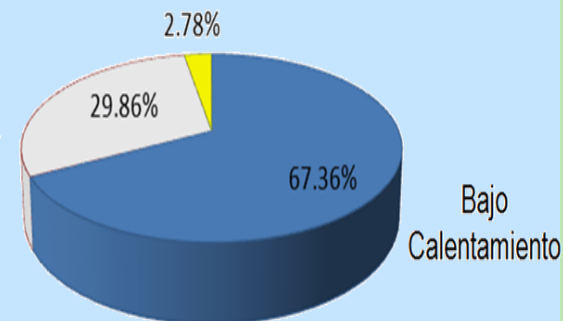
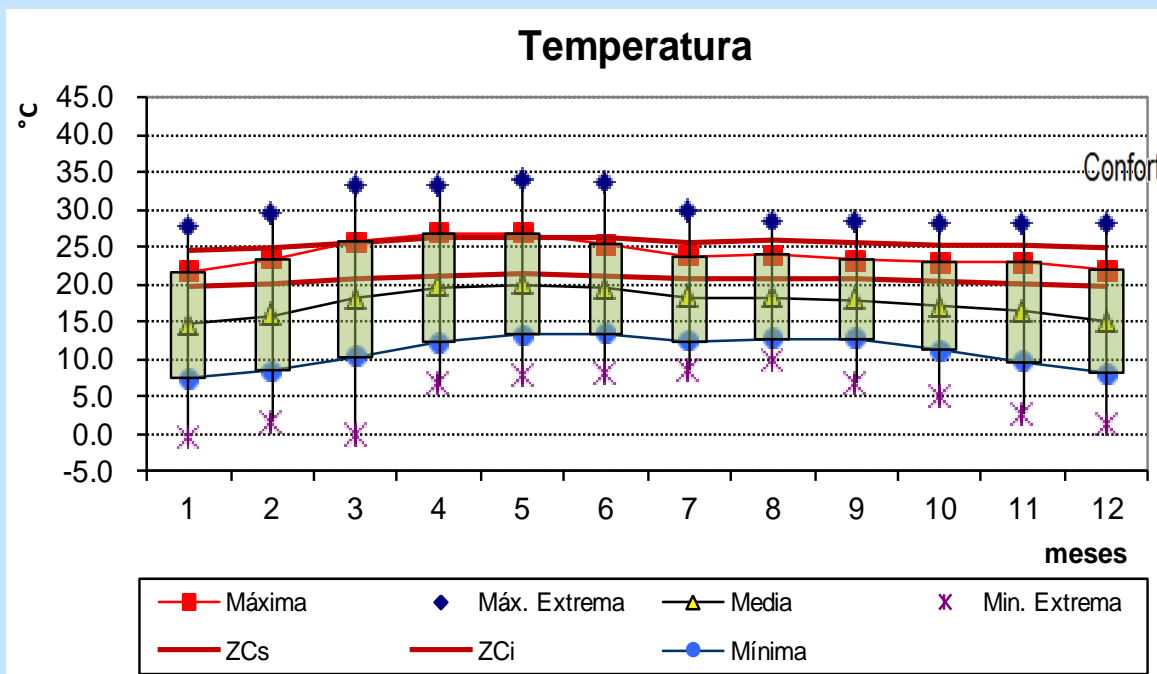


Gráfica que muestra los días grado de la ciudad de México durante todo el año. Fuente: elaboración propia, datos obtenidos del observatorio de Tacubaya

\*medida del punto hasta el cual la temperatura media diaria cae abajo de una temperatura base.



- La zona de confort para la ciudad de México se encuentra entre los 20.5°C y 25.5°C, por lo tanto las condiciones del clima en la ciudad son aptas para el dispositivo hidrónico solar de calefacción, ya que la mayor parte de los meses del año se tienen requerimientos de calentamiento,



Se tienen condiciones de confort el 29.86% del tiempo

Gráfica que muestra la temperatura de la ciudad de México durante todo el año. Fuente: elaboración propia, datos obtenidos del observatorio de Tacubaya



## 2. DESARROLLO

- Partiendo del análisis climático de la ciudad de México se tomaron parámetros para calcular y diseñar un dispositivo de calefacción por piso radiante, el cual debe de ser viable, técnica y económicamente.
- El prototipo consta de un módulo de 1.22 m de ancho x 2.44 m de largo y 2.44 m de altura, con paredes y techo de panel de yeso al interior y placas de durock al exterior, cuenta con aislante entre las dos placas, finalmente, el modelo se recubrió con impermeabilizante de color blanco.



# MODULO EXPERIMENTAL



Imagen que muestra el proceso constructivo del módulo, en él se pueden observar los materiales con los que está construido.



Imagen que muestra el arreglo del piso radiante, materiales y los termopares con los cuales se hicieron las mediciones de las temperaturas.



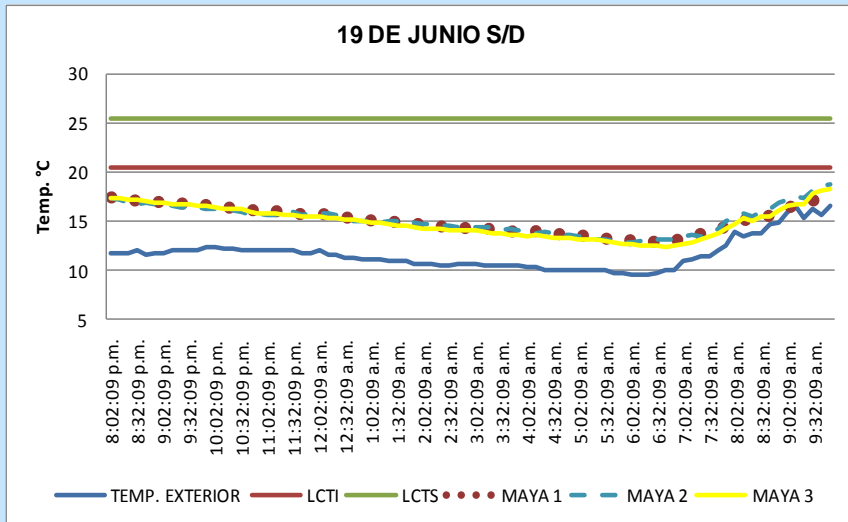
# MONITOREO DE TEMPERATURAS, ANÁLISIS

- Este prototipo se construyó con el objetivo de monitorear el comportamiento térmico nocturno del espacio, así como analizar la transferencia de calor que se lleva a cabo desde el piso radiante.
- El periodo de monitoreo se subdividió en dos: en el primer periodo de monitoreo, las mediciones fueron tomadas con el dispositivo de calefacción apagado, es decir, que el sistema estuvo sin flujo de agua caliente, esto fue durante 5 días, con el objetivo de conocer las temperaturas interiores del prototipo y así obtener los requerimientos de calentamiento de dicho espacio.



# MONITOREO DE TEMPERATURAS

- En el primer periodo de monitoreo se midieron las temperaturas a 3 diferentes alturas dentro del módulo, a 30 cm, 1.60 m, y a 2.20 m del piso. Se observa que las temperaturas están muy por debajo de confort.



Comportamiento térmico dentro del módulo a una altura de 0.30, 1.60 y 2.20 m por arriba del piso.

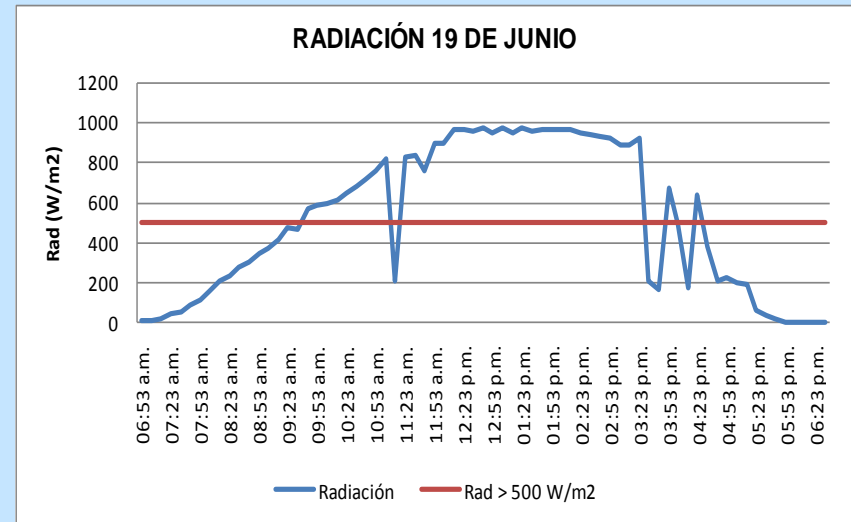


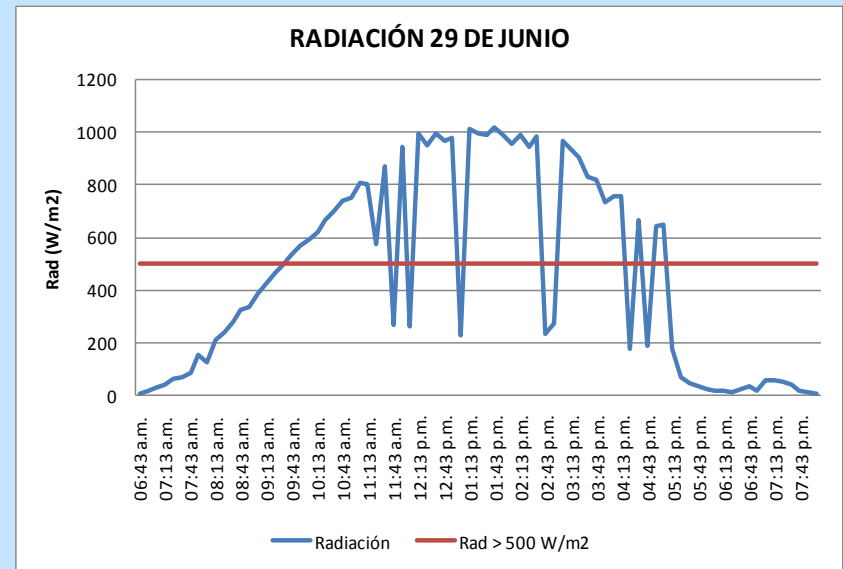
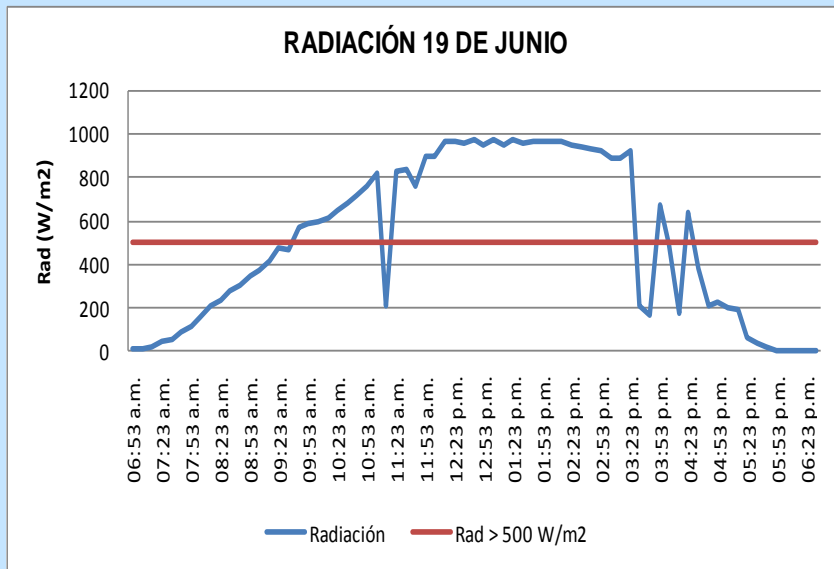
Imagen que muestra los datos de radiación solar a lo largo del día 19 de junio.

## RESULTADOS

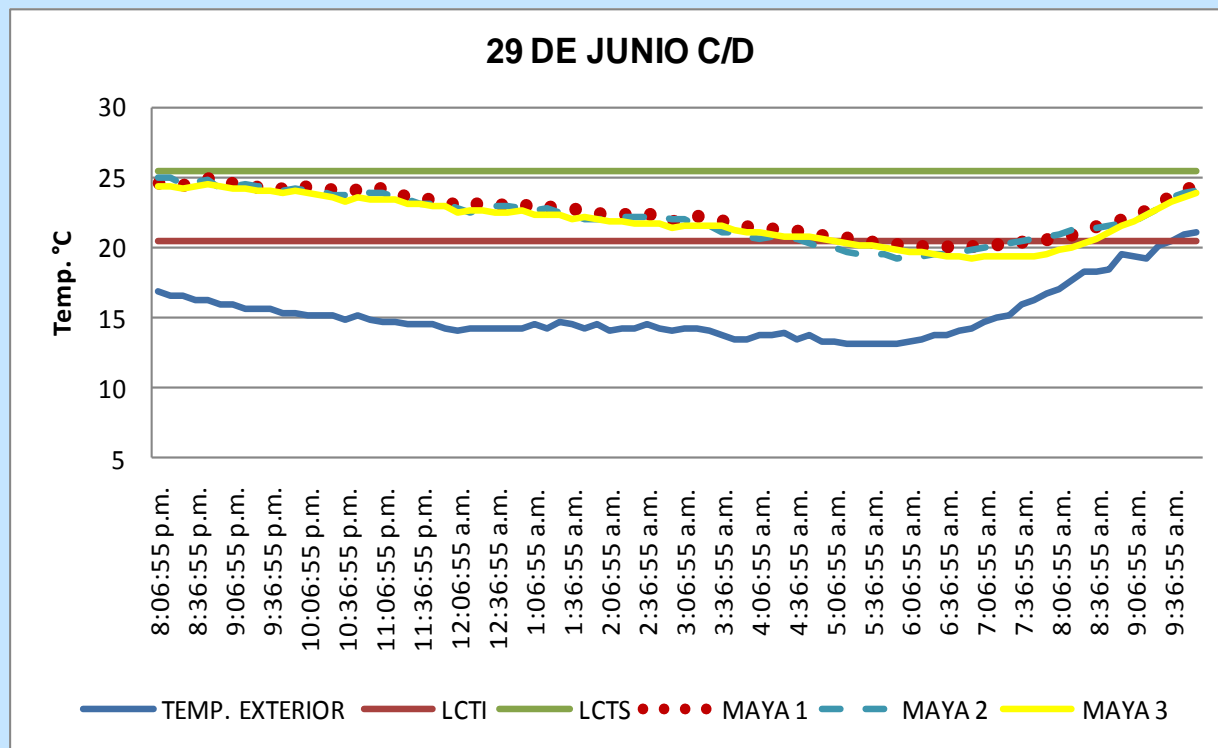
- El segundo periodo de monitoreo se realizó durante 5 días más, pero con el dispositivo de piso radiante en funcionamiento, se hicieron mediciones de las temperaturas a 3 diferentes alturas dentro del módulo, así como las mediciones de la temperatura ambiente.
- Se hizo una comparación de las temperaturas y de la radiación del primer periodo de monitoreo contra el segundo periodo.



Observamos que la radiación del día 29 de junio es muy similar a la del día 19 de junio, ya que sobrepasa los  $500 \text{ W/m}^2$  y en las horas del mediodía alcanza los  $960 \text{ W/m}^2$ , es decir que existen condiciones muy similares en cuanto a radiación entre estos dos días.



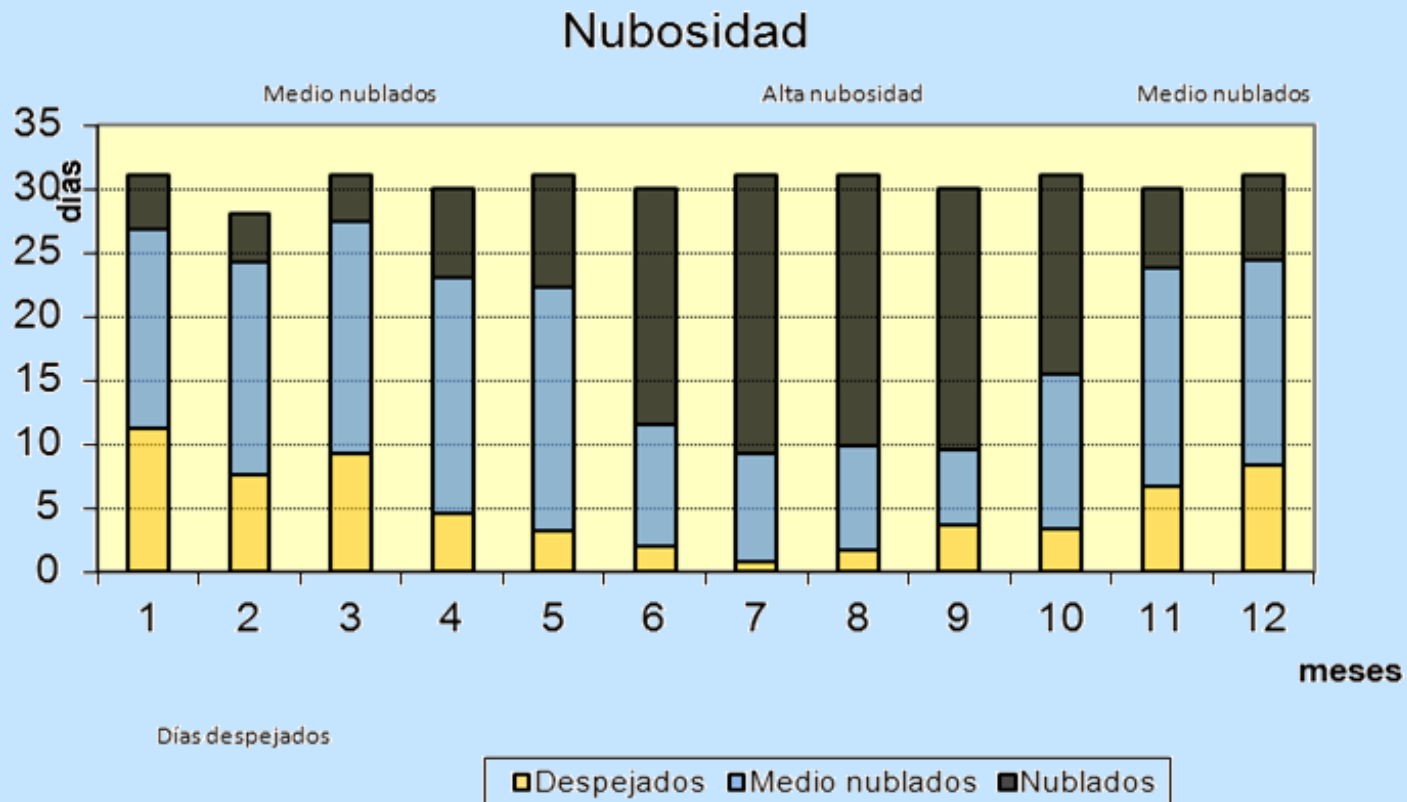
- Podemos ver que el dispositivo de calefacción hidrónica solar funciona de manera eficiente ya que logró aumentar la temperatura interior llevándola hasta los rangos de confort.



Muestra el comportamiento térmico dentro del módulo en las mallas de termopares a una altura de 0.30, 1.60 y 2.20 m por arriba del piso



- El dispositivo de calefacción hidrónica solar funciona de manera eficiente, sin embargo, este desempeño puede llegar a verse afectado si la radiación solar disminuye.
- Uno de los principales factores el cual afecta a la radiación que incide sobre la superficie del captador solar es la nubosidad.



- Una vez realizado el *análisis térmico de las condiciones climáticas de la ciudad de México* así como el *comportamiento térmico dentro del módulo* experimental, podemos proseguir con el *cálculo del aporte de calor que el piso radiante cede al espacio*.
- Para cálculo del aporte de calor es necesario contar con los datos de temperatura del piso y la temperatura del agua dentro del serpentín de polietileno.
- En primer lugar se establece un día de cálculo, en este caso será el 29 de junio, y a partir de un primer registro de temperatura tomado en sitio, se comienza el cálculo. Para este fin, se requiere conocer los materiales constructivos de los que está compuesto el sistema de piso radiante y sus propiedades físicas.



- La ecuación que nos ayudará a determinar cuál es el aporte de calor que proporciona el serpentín del piso radiante es la siguiente:

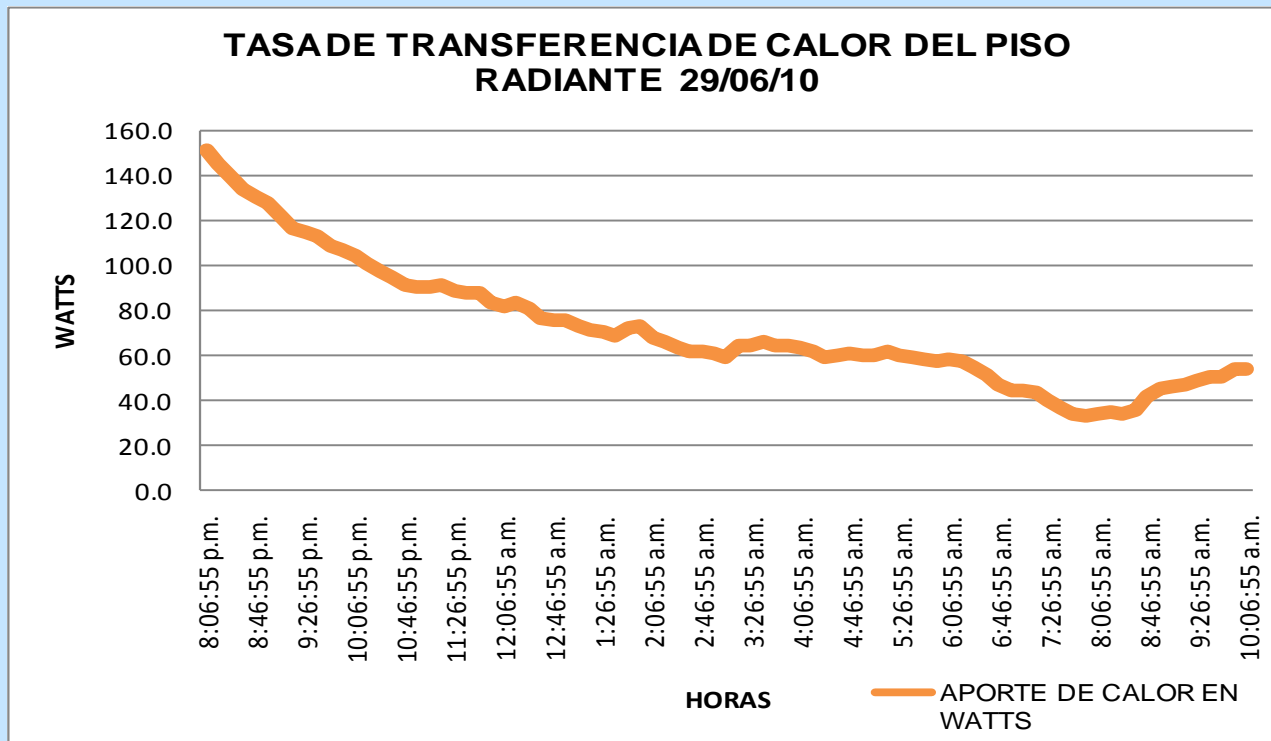
$$q^{\circ} = \frac{2\pi KL}{\ln \frac{r0}{ri}} (ti - to)$$

Donde:

- $q^{\circ}$  = Flujo de calor radial en tubos de polietileno reticulado
- $K$  = conductividad térmica del tubo de polietileno
- $L$  = longitud en metros del tubo de polietileno
- $r0$  = radio exterior del tubo
- $ri$  = radio interior del tubo
- $t0$  = temperatura de la superficie del piso
- $ti$  = temperatura del fluido en el interior del tubo



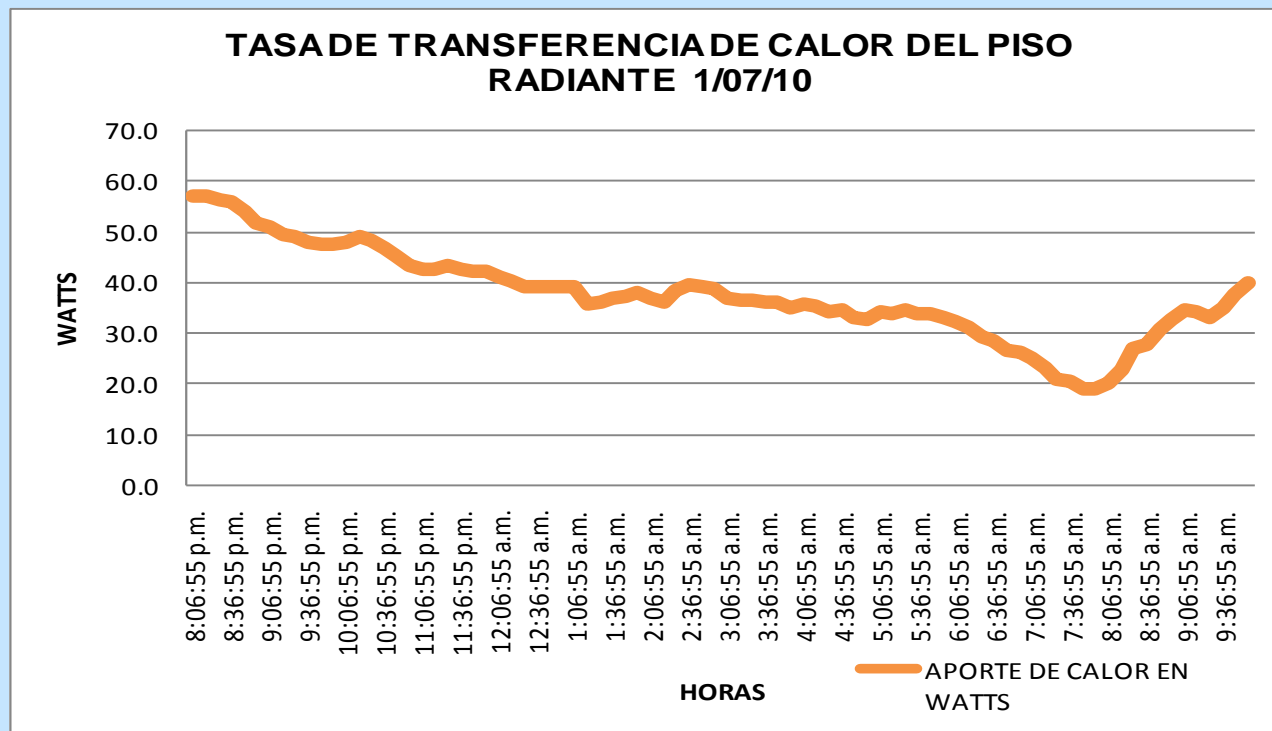
# TASA DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL PISO RADIANTE



Tasa de transferencia de calor en watts a partir de las 8:00pm a 10:00 am del siguiente día, en este día la radiación solar superó los 600 W



En este caso el aporte de calor del piso radiante fue menor al del día 29/06/2010, ya que la radiación solar captada por el colector solar de tubos evacuados fue menor en este día, afectando así el desempeño del piso radiante



Tasa de transferencia de calor en watts a partir de las 8:00pm a 10:00am del siguiente día, en este día la radiación fue menor a los 500 W debido a la nubosidad.



## RESULTADOS

- Se encontró que la temperatura del espacio interior de las 6.00 pm a las 9.00 am está en un rango de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  a la altura de los ocupantes, la cual es una temperatura óptima para el confort, la temperatura del piso no excede los  $29^{\circ}\text{C}$  y la temperatura por arriba de los ocupantes se encuentra entre  $20^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$  de las 6.00 pm a las 6.00 am.
- Cabe señalar que la eficiencia del dispositivo depende en gran medida de la radiación solar incidente que capta el colector solar, ya que es nuestra principal fuente de energía



# CONCLUSIONES

Podemos concluir que el dispositivo de calefacción hidrónica solar funcionó de manera eficiente ya que logró aumentar la temperatura interior en las hora de mayor requerimientos de calentamiento, llevándola hasta los rangos de confort,

sin embargo, el periodo en el cual se realizaron las pruebas es el de menor requerimiento de calentamiento y el de mayor radiación solar según los datos del observatorio de Tacubaya.



Estos resultados obtenidos servirán para hacer una simulación térmica del espacio por medio de un software, en el cual se analizará el mes más crítico en cuanto a requerimientos de calentamiento, que en el caso de la ciudad de México es el mes de enero.



**GRACIAS**

