

## **ANEXO B**

---

### **INSTRUMENTACIÓN Y MÉTODOS EN EL ANÁLISIS DE CASOS REALES.**

## B.1 CRITERIOS GENERALES.

Una parte importante de este trabajo de investigación, es el análisis de los casos reales. De acuerdo con los criterios expresados en el capítulo 4, se seleccionaron tres calles y tres plazas ajardinadas, todas con diferente configuración espacial, de tal manera que se pudiera reunir una casuística representativa de los sistemas que se querían analizar.

En cada caso, se midieron los principales parámetros climáticos: temperatura ambiente, humedad relativa, y viento. También se midieron otros parámetros como: temperaturas de las distintas superficies que componían el espacio, temperatura de la vegetación e iluminancia simultánea bajo la sombra de los árboles y a cielo abierto.

Al mismo tiempo se tomó nota del estado del cielo, sensación de confort, especies vegetales presentes, características de materiales sólidos y edificios y de todas las incidencias que parecieran importantes.

Todo el proceso se repitió cada dos horas, desde el alba, hasta dos horas después del ocaso, tomando como referencia el tiempo solar, para evitar confusiones con los cambios de horario.

El procedimiento de medición se diseñó de una forma sencilla, utilizando aparatos que no fueran costosos ni difíciles de manejar, tomando en cuenta los siguientes factores:

1. Las mediciones se llevaron a cabo en espacios públicos, lo que dificultaba hacerlas de forma automática, sin la vigilancia permanente de los aparatos.
2. El uso efectivo de estos espacios, es esencialmente diurno, extendiéndose hasta unas horas después del ocaso.
3. Por último, que cualquier persona interesada, que no fuese un técnico especializado, pudiese hacerlo, cada vez que necesitase evaluar un espacio exterior, sin las dificultades y las exigencias de una experiencia de laboratorio.

## B.2 CAPTURA DE INFORMACIÓN.

La captura de datos se hizo manualmente, con este fin se diseñó un formato donde se podían anotar sistemáticamente los parámetros medidos y la información adicional.

Aunque se partió de un formato *standard*, en cada caso se adaptó según la configuración espacial del sistema, los elementos vegetales, la variedad de especies y las características de los límites y otros elementos componentes del sistema.

Por otro lado, se hizo un croquis a escala de cada caso, anotando las dimensiones, orientación y ubicación de los distintos elementos, tanto en planta como en alzado.

La información numérica se vació en una hoja electrónica de cálculo, para poderla graficar, y los croquis en un programa CAD.

Lugar:	Plaza ETSECCPB UPC	Fecha:		
Ubicación:	Edif. C-2 Campus Nord UPC, Barcelona.		Alba:	
Clasificación:	Plaza Jardinada		Ocaso:	

Hora solar	Temperatura Superficial (°C)										
	Pavimento: Gris		Pavimento: Rojo		Muros	Barro Rojo		Vegetación: Tipuana		Vegetación: Césped	
	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	↑	→	Sol ↓	Sombra ↓	

Hora solar	Iluminancia (luxes)		Temperatura y Humedad			Viento			Estado del Cielo	
	Horizontal		TBS	TBH	HR	Escala de Beaufort		Vel. m/seg		Dirección
	Sol	Sombra Veg.	°C	°C	%					

Figura B.1 Ejemplo de un formato de captura de datos.

### B.3 MEDICIÓN DE TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA.

La temperatura ambiente y la humedad relativa se midieron de dos maneras :

Por un lado se tomaban medidas con un psicrómetro, que consiste en dos termómetros de mercurio, uno mide la temperatura del bulbo seco y el otro la del húmedo ; mediante un diagrama psicrométrico se calcula la humedad relativa.

Las especificaciones de ese instrumento son :

Marca : Martin - Marten

Rango : -5 a 50°C

Precisión : 0.5°C

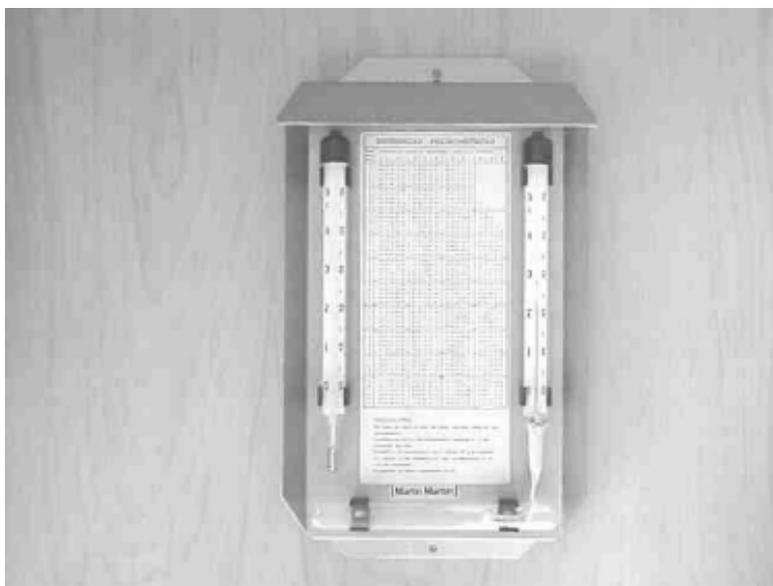


Figura B.2 Psicrómetro utilizado en las mediciones.

Simultáneamente se hicieron lecturas de la temperatura ambiente y la humedad relativa, con un termohigrómetro digital.

Este instrumento tiene las siguientes especificaciones :

Marca : Lutron

Modelo : AZ-8711

Rango : 10 a 95% HR / 0 a 60°C

Resolución : 0.1% HR / 0.1°C

Precisión :  $\pm 2\%$  HR /  $\pm 0.5^\circ\text{C}$

Tiempo de muestreo : 0.4 seg.



Figura B.3 Termohigrómetro digital empleado en las mediciones.

## B.4 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA Y DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SOMBRA.

Uno de los puntos importantes en esta etapa del trabajo, dado que es una característica básica de la vegetación, fue la determinación del factor de sombra, de las especies encontradas en cada caso analizado.

Para ello se tomaron medidas de la iluminancia a cielo abierto ( $E_0$ ), simultáneamente se hizo un muestreo en distintas zonas bajo la sombra de los árboles en cuestión ( $E$ ), posteriormente el factor de sombra ( $F_s$ ), se obtuvo de la siguiente manera:  $F_s = E/E_0$ .

Si bien las medidas no son del todo exactas, ya que hay factores que no se pueden controlar, como la luz difusa y la reflejada por objetos en el entorno o las variaciones de iluminancia debidas al movimiento de las ramas de los árboles; éstas nos dan una idea aproximada de la intensidad de la sombra que produce un árbol, y se aproximan bastante a los rangos de experiencias similares reportados en la literatura.

Características del luxómetro digital :

Marca : Lutron

Modelo : LX - 101

Calibración : hasta 50000 lux

Rango :	Resolución :	Precisión :
0 a 2000 lux	1 lux	$\pm 5 \% + 2d$
20000 a 19999 lux	10 lux	$\pm 5 \% + 2d$
20000 a 200000 lux	100 lux	$\pm 5 \% + 2d$

Tiempo de muestreo : 0.4 seg.

Campo de medida : incluye corrección del coseno



Figura B.4 Luxómetro digital utilizado.

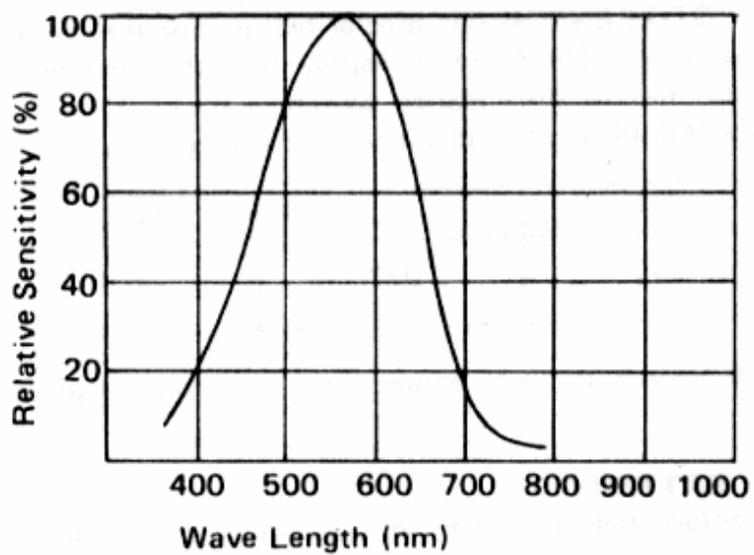


Figura B.5 Curva de sensibilidad espectral del luxómetro.

## B.5 MEDICIÓN DE LA VELOCIDAD DE VIENTO.

El viento se midió de dos formas, la primera fue con la escala de Beaufort, que relaciona las sensaciones del observador, con los efectos del viento sobre algunos elementos urbanos como árboles, superficie del agua, humo de las fábricas, etc. con la velocidad del viento.

La segunda medición se hizo con un termo-anemómetro electrónico, este aparato se tiene que orientar perpendicular a la dirección del viento, lo que se sabe cuando las aspas giran con mayor rapidez, ayudándonos además con una veleta.

La desventaja de este aparato es que cuando hay turbulencia, cosa común en los espacios urbanos, es difícil encontrar la orientación adecuada, razón por la cual llegó a ser más útil la escala de Beaufort en muchos de los casos.

El anemómetro tiene las siguientes características :

- Marca : CFM Master
- Modelo : DCFM 8901
- Rangos :  $0.4 - 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  /  $-10$  a  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Resolución :  $0.01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  /  $0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Precisión :  $\pm 2 \%$  /  $\pm 0.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Figura B.5 Imagen del Termoanemómetro.

## B.6 MEDICIÓN DE TEMPERATURA RADIANTE.

Las mediciones más interesantes fueron las temperaturas superficiales, ya que estas indican de manera muy evidente el efecto de la sombra producida por la vegetación u otros objetos, también se pudo observar la capacidad de autorregulación de temperatura de la vegetación, bajo los efectos de la radiación solar, ya que ésta se mantenía alrededor de la temperatura ambiente.

Para esto se utilizó un termómetro a infrarrojos, el cual estima la temperatura de los cuerpos, de acuerdo con la cantidad de radiación infrarroja que emiten conociendo su emitancia, como valor *standard* se utilizó 0.91.

Las especificaciones del instrumento son:

Marca: HIBOK - 19

Modelo: M042400

Rango: -10 °C a 300 °C

Resolución: 0.1 °C

Precisión:  $\pm 2$  °C

Ajuste emisividad: manual, de 0.10 a 0.95

Tiempo de muestreo: 1 segundo

Campo de medida: 8.6 grados



Figura B.5 Imagen del termómetro a infrarrojos.