

XVIII Congreso Internacional
Conservación y Restauración
de Bienes Culturales.

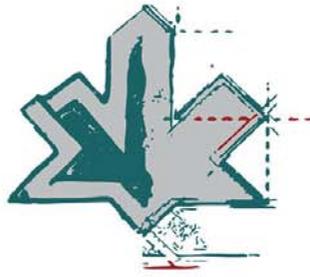
*18th International Meeting on Heritage
Conservation.*

* * * *

9 - 11 Noviembre 2011, Granada.



Actas
de
Libro



XVIII Congreso Internacional
Conservación y Restauración de Bienes Culturales



18th International Meeting on Heritage Conservation



Libro de Actas

Ana María López Montes Francisco Collado Montero Víctor Medina Flórez
Teresa Espejo Arias Ana García Bueno
(Eds.)



Granada,
9 - 11 Noviembre 2011

© de los textos y las ilustraciones: sus autores.

Editores científicos: Ana M^a López Montes, Francisco Collado Montero, Víctor Medina Flórez, Teresa Espejo Arias, Ana García Bueno.

Diseño y maquetación de la portada: Domingo Campillo García.

Diseño, maquetación y contenidos de la página web:  KLEIN^A, Ana M^a López Montes y Domingo Campillo García.

www.congresointernacionalconservacion.es

Revisión originales y prueba: Ana M^a López Montes, Francisco Collado Montero, Víctor Medina Flórez, Teresa Espejo Arias, Ana García Bueno.

Edita: Universidad de Granada.

Depósito Legal: GR 4206-2011

ISBN: 978-84-338-5339-4



Desarrollo de un sistema normalizado de análisis climáticos y de representación gráfica, para el estudio del medio ambiente, aplicable a cualquier base de datos sin importar la instrumentación de medición utilizada.

(*) Raniero Baglioni, Coordinador de la Unidad de Conservación Preventiva del Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico del IAPH, Avda., de los Descubrimientos sin número 41091 Sevilla (España)

e-mail: Proyecto.iaph@juntadeandalucia.es

Carlo Cacace Responsable del banco de datos del "Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio" Responsable del sector "Modelli microclimatici, Gestione dati" del Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR) di Roma,

Salvatore Valpuesta Trujillo experto en museología y museografía y en elaboración de sistemas informáticos, libre profesional

Introducción:

El estudio y control microclimático del entorno que rodea a los bienes de interés cultural ya sea mueble o inmueble, con independencia de su ubicación: salas de exposición, zonas de reserva etc., es la base fundamental de la Conservación Preventiva actual.

Cualquier material de naturaleza orgánica o inorgánica, está sujeto a una degradación natural que depende principalmente de las condiciones ambientales a las que está sometido; por lo tanto, su estudio y control se hace necesario para determinar cómo y en qué medida, puede ser causa de las alteraciones que están afectando al estado de conservación de un objeto o de un monumento.

Metodología

La metodología microclimática prevé la posibilidad de localizar aquellos momentos característicos en los cuales el entorno ejerce su agresión sobre el bien en él conservado. La investigación microclimática se propone localizar, a través de las mediciones memorizadas en continuo de los parámetros microclimáticos, los posibles momentos en el cual se manifiestan las excursiones termohigrométricas peligrosas para la obra.

El comportamiento termohigrométrico de un sistema, (dónde por sistema se entiende el **entorno - objeto**), es gobernado en primera instancia por las condiciones meteorológicas locales producidas por los ciclos diurnos y estacionales del tiempo, por lo cual el estudio del microclima es dirigido a localizar y definir:

- **los flujos de energía térmica entre entorno y estructura del edificio**
- **los movimientos de agua en todos sus estados de agregación (líquidos, sólidos y de vapor)**
- **las posibles interacciones con las obras en el conservadas**

Para hacer frente a este problema hace falta tener presente que el estado termohigrométrico en relación con la estructura arquitectónica, su evolución e interacción, son definidas en el espacio y en el tiempo por algunos parámetros significativos y medibles, como son:

- **la temperatura y la humedad relativa del aire,**
- **la radiación solar y artificial,**
- **la velocidad del aire,**
- **la temperatura superficial de la estructura o de la obra.**

A través del análisis de estos valores, se busca interpretar, empezando por los valores de las medidas termohigrométricas y del análisis de su dinámica, la entidad de los intercambios de energía **entorno-objeto**, mediante el análisis sistemático de las solicitaciones climáticas inducidas por los ciclos diurnos y estacionales. Por lo tanto, es fundamental la correlación de los datos de tipo térmico con los datos de tipo higrométrico, en relación con:

- **las precipitación atmosférica**
- **la velocidad y a la dirección de los vientos y**
- **la presencia del vapor de agua en la atmósfera.**

Además, resulta fundamental, la posibilidad de evidenciar los gradientes térmicos entre las superficies de diferentes materiales y el entorno o bien entre el entorno y las obras. Todos estos fenómenos físicos son directamente medibles. Dos grandezas físicas tienen una gran relevancia, aquellas conseguidas no de forma directa, sino mediante algoritmos matemáticos y derivados de la temperatura y de la humedad relativa, es decir los valores de **temperatura de rocío y de la humedad específica**. La elaboración y la interpretación de los datos así

recogidos, permitirán la individuación de aquellos factores que determinan el deterioro en los términos de niveles de sollicitación ambiental.

La investigación microclimática

La investigación se articula, por lo tanto, en la adquisición de los siguientes parámetros ambientales:

Temperatura ambiental; humedad relativa; temperatura de contacto velocidad y dirección del aire; irradiación térmica; intensidad luminosa; precipitaciones atmosféricas; temperatura de rocío; humedad específica.

El control de los parámetros microclimáticos, en el caso de ambientes específicamente dedicados a la conservación de obras de arte pasa a través de 5 fases principales:

1. **posicionamiento correcto de los instrumentos de adquisición de los parámetros microclimáticos,**
2. **correcto mantenimiento de los instrumentos de medición,**
3. **elaboración de los parámetros físicos relevados,**
4. **análisis y estudio de los resultados de la elaboración,**
5. **realización de una base de datos para una correcta catalogación y gestión de los datos adquiridos.**

Fase 1. La investigación microclimática, tiene que poder describir la evolución del comportamiento termohigrométrico del ambiente, por eso es muy importante el posicionamiento de los sensores de medición.

Fase 2. Mantenimiento y revisión de la instrumentación durante todo el tiempo del estudio.

Fase 3. El estudio estadístico se articula mediante el cálculo de las medias diarias, de las medias horarias y de los sigmas.

Las **medias diarias** representan la evolución en el arco del mes de los comportamientos de los parámetros termohigrométricos medidos y memorizados directamente. Por lo tanto es posible la determinación de los días concretos en los que un fenómeno determinado se ha manifestado, modificando el estado ambiental. El estudio de las medidas diarias llega a ser fundamental para la localización, en los cambios estacionales, de las variantes microclimáticas provocadas por el ambiente sobre el conjunto arquitectónico.

Las **medias horarias** representan el día medio típico, índice determinante para la localización cualitativa, además de cuantitativa, de los momentos del día en los que eventualmente, un fenómeno se manifiesta. Permite caracterizar exactamente el periodo en el que el comportamiento microclimático del ambiente determina fenómenos relevantes y no unidos a una simple casualidad.

El día medio típico visualiza el comportamiento termohigrométrico diario del sistema examinado y permite la correlación directa de todos aquellos parámetros que intervienen en el equilibrio térmico del ambiente.

El cálculo **del coeficiente sigma**, este coeficiente estadístico cuantifica el grado en que un valor determinado de una magnitud se aparta de la media o promedio del conjunto de valores que estamos analizando. Estas gráficas nos permitirán establecer cuáles son las medidas que se apartan de la media, determinando así cuales son las zonas más o menos estables climáticamente del edificio.

Para una correcta interpretación de los datos registrados es importante, la posibilidad de poner en correlación matemática y gráfica la información obtenida de cada uno de los valores registrados, para definir si determinados fenómenos microclimáticos están en función de un comportamiento termohigrométrico concreto. A tal efecto, no basta solo con medir las variaciones de temperatura y de humedad relativa del ambiente, hace falta también comparar estos parámetros entre sí, conocer la relación que transcurre entre la humedad y la temperatura y averiguar la posibilidad de tener interferencias entre el clima interior y aquel exterior. Además para una correcta comprensión del fenómeno que se está produciendo, es necesario calcular, a partir de los parámetros que son directamente medibles (T, Hr), los valores de humedad específica y temperatura de rocío que son magnitudes derivadas de las anteriores.

Fase 4. Para el análisis de los datos adquiridos (Ta,Hr) y de aquellos elaborados (Hs,Tr) a través de las interacciones de los gradientes físicos, se trata de interpretar el fenómeno físico a partir del comportamiento termohigrométrico registrado. Se utiliza el Diagrama **Psicométrico de Carrier** para describir el estado termodinámico del entorno y averiguar las variaciones significativas de temperatura, humedad relativa y en particular de la humedad específica, parámetro fundamental, para describir la presencia o no del fenómeno de evaporación y/o de absorción del revestimiento murario. Además, utilizando el diagrama de Carrier también es

posible visualizar los momentos de condensación superficial que se pueden producir sobre la superficie de la estructura arquitectónica u otros materiales.

Fase 5. Todo cuanto se ha descrito, de forma tan resumida, se gestiona a partir de una base de datos (**data-base de tipo Access**) que permitirá la construcción de una serie de tablas sobre las cuales se pueden articular búsquedas que permitan una estandarización de las elaboraciones, de modo que siempre sea posible tener puesto al día los datos y los resultados adquiridos.

Gestión del programa de normalización de datos micro ambientales.

Como hemos visto anteriormente la gestión y la elaboración de los datos son la función principal de esta herramienta, de forma que con solo tener un data-base Access de los datos de temperatura y humedad relativa, ordenados cronológicamente, podemos obtener las graficas necesarias para analizar de forma clara, lo que ocurre en los lugares de estudio según los parámetros físicos anteriormente descritos.

Estos datos deberán estar ordenados según van siendo recopilados por los data loggers, con un intervalo de 30 minutos, y se colocaran en sus respectivas columnas dentro de un libro Excel, que es el programa utilizado para la elaboración de los datos, oportunamente organizados y diseñados, para que el sistema reconozca de forma automática, los datos que se ordenarán en las sucesivas páginas y crearán las gráficas correspondiente, prediseñadas para que nos puedan mostrar de una forma visual los resultado del estudio a lo largo de todo el tiempo empleado para el estudio microclimático.

El uso de estos libros excell es de un fácil manejo, en cada tipo de plantilla existe una hoja denominada datos, donde están las columnas en las que se colocan los datos de temperatura y de humedad relativa. De forma automática, estos datos se recolocan en las siguientes hojas, calculando los datos que realmente nos interesan, como la TM (temperatura máxima), Tm (temperatura mínima), Td (temperatura de rocío), Temperatura media diaria y horaria y los sigmas de las temperatura diaria y horaria, así como la HRM (Humedad relativa Máxima), HRm (humedad relativa mínima), HE (humedad específica), HR media diaria y horaria y los sigmas de humedad relativa diaria y horaria. Con esta elaboración de los datos se generarán las graficas correspondientes que nos mostrarán todas las situaciones y momentos de riesgo que se producen alrededor de un bien cultural.

En el supuesto de que los datos de estas plantillas no estén completos, estudios de seis meses, por ejemplo, se eliminarán los meses que no estén rellenos, puesto que el programa convierte los espacios vacios en ceros y este valor genera datos engañosos a la hora de calcular los demás valores. Simplemente con eliminar estos ceros, las graficas y los datos se reajustaran sin crear errores, mostrando en las graficas que el periodo de tiempo donde no hay datos no existe grafica quedándose en una línea continua a la base de la grafica.

Podemos crear tres tipos de graficas según lo que más nos interese:

Una Anual, donde colocaremos los datos de las sondas por años o fracción, y las graficas nos muestra la evolución de los datos recogidos en una misma grafica a lo largo de los meses. Aquí podemos apreciar las variaciones que se desarrollan a lo largo del año completo, comprobando el intervalo entre estaciones y sus variaciones climáticas.

Las graficas generadas anualmente serán:

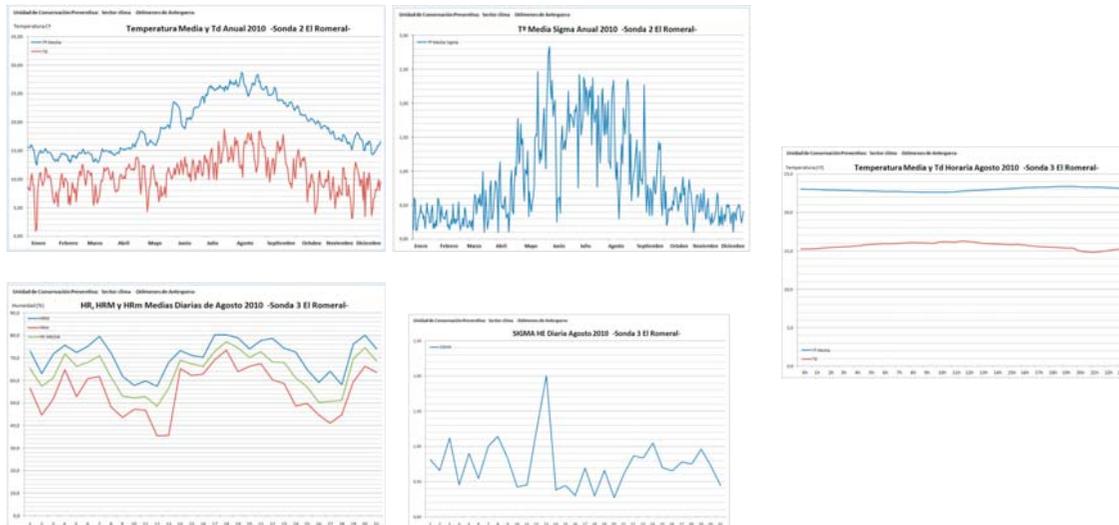
Temperatura media y Td anual; T media anual; Hr media anual; HA anual; Sigma Temperatura anual; Sigma Hr anual; temperatura anual; Hr anual.

Una Mensual, donde colocando los datos del mes del año que nos interesa, nos mostrará los resultados detallados de dicho mes en concreto, incluyendo resultados de días medios y Sigmas.

Las graficas generadas mensualmente son más específicas que las anuales, y en ellas podemos estudiar los resultados:

Temperatura media diaria; Temperatura media, TM, Tm diaria; Temperatura y Td media diaria; Temperatura media horaria; Temperatura y Td media horaria; Hr media diaria; Hr, HrM y Hrm diaria; Hr media horaria; HE diaria. HE horaria; Sigma temperatura diaria; Sigma temperatura horaria; Sigma Hr diaria; Sigma Hr horaria; Sigma HE diaria; Sigma HE horaria.

Si fuera necesaria para pormenorizar en el estudio, se pueden realizar también graficas sea semanales como diarias con el mismo sistema utilizado para las elaboraciones anteriores.



Resultados y discusión:

Como resultado más inmediato de este sistema de estudio y de esta aplicación informática es la generación de forma rápida de todas las gráficas necesarias para el estudio microclimático de un determinado ambiente donde se encuentre un bien cultural. Por otra parte, al crear una base normalizada, el tratamiento de estos datos, favorece la comunicación entre las diferentes instituciones y profesionales implicados en la investigación; no olvidando que con este sistema se ahorra tiempo, ya que no es necesario efectuar ulteriores comprobaciones utilizando diferentes sistemas informáticos, al igual que permite la posibilidad de crear un sistema de archivo en constante crecimiento cuya información pueda ser comparable en el tiempo.

Conclusiones:

En el campo de la conservación preventiva, es necesario crear un estándar a la hora del tratamiento de los datos climáticos, para facilitar el estudio y ver claramente qué ocurre a lo largo del tiempo sobre el Patrimonio. Esta normalización, ayudará a los especialistas implicados en los diferentes proyectos mediante un lenguaje comprensible diseñado para los fines previstos, permitiendo la creación de bases de datos de las medidas recogidas según una organización racional y con la posibilidad de poderlos relacionar entre ellos. Además, permitirá mejorar la comunicación entre las diferentes instituciones, pudiendo compartir los datos obtenidos, sin generar problemas de compatibilidad entre diferentes sistemas.

Bibliografía:

1. CACACE, CARLO. Valoración y control continuado de los parámetros físicos. La Carta de Riesgo. Instituto Centrale per il Restauro e Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía, 1992. pp. 48-58.
2. DE GUICHEN, GAËL. Climate in museums. Measurement. ICCROM. Roma, 1984. pp. 52-71.
3. CACACE, CARLO. (2002). Informe microclimático sobre las bóvedas de las Salas de los Reyes en la Alhambra. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Consejería de Cultura y Medioambiente. Junta de Andalucía.
4. ACCARDO, GIORGIO; VIGLIANO, GIUSEPPINA. Strumenti e materiali del restauro. Edizioni Kappa, 1989
5. APPELBAUM, BARBARA. Guide to environmental protection of collections. Sound View Press Madison, Connecticut 1991. pp. 25-63.
6. BERNARDI, ADRIANA. Esempi di variazioni microclimatiche in ambienti museali. Anno IV n°1 1994. Materiali e strutture. Problemi di conservazione.
7. CAMUFO, DARIO; BERNARDI, ADRIANA. La deposizione delle particelle in ambienti chiusi. Anno IV n°2 1994. Materiali e strutture. Problemi di conservazione.
8. CANEVA, G.; NUGARI, M. P.; SALVADORI, O. La biología en la restauración. Editorial Nerea, 2000
9. THOMSON, GARRY. El museo y su entorno. Madrid, 1998. pp. 69-125.