FUENTES | Vol. 12, N. 59 | DICIEMBRE 2018: pp. 27-37 | ISSN 2225-3769

MEDICIÓN, MUESTREO Y CONTROL ADECUADO PARA CONDICIONES AMBIENTALES (TEMPERATURA, HUMEDAD RELATIVA, LUZ Y FLUJO DE AIRE) EN UNA UNIDAD DE INFORMACIÓN

Mary Cruz Pairo*
Eduardo Palenque**

RESUMEN

El presente artículo tiene por objetivo satisfacer las necesidades de la medición de condiciones ambientales, necesaria para la prevención de posibles riesgos de deterioro de los documentos, proponiendo un método alternativo que disminuye costos y brinde resultados altamente favorables para su cuidado, a la vez que brinde una guía del correcto uso de las herramientas de medición de temperatura, humedad relativa, luz y flujo de aire, al profesional encargado de la unidad de información. Este método se basa en un estudio comparativo y descriptivo del uso de las herramientas como ser: el termómetro, higrómetro, luxómetro y anemómetro tanto digitales como no convencionales que lograron alcanzar el objetivo propuesto para realizar un muestreo correcto con tablas propuestas. Adicionalmente se creó un datalogger, hecho por la Carrera de Física, el cual propone un control adecuado de las condiciones ambientales.

Palabras Clave: <Condiciones ambientales> <Unidades de información> <Herramientas de medición de condiciones ambientales> <Data logger>

MEASUREMENT, SAMPLING AND ADEQUATE CONTROL FOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS (TEMPERATURE, RELATIVE HUMIDITY, LIGHT AND AIR FLOW) IN AN INFORMATION UNIT

ABSTRACT

This article aims to satisfy the needs of the measurement of environmental conditions that are necessary for the prevention of possible risks of deterioration of documents, proposing an alternative method that decreases costs and provides highly favorable results for their care, while at the same time providing to the professional in charge of the information unit a guide to the correct use of the tools of measurement of temperature, relative humidity, light and air flow. This method is based on a comparative and descriptive study of the use of tools such as: thermometer, hygrometer, luxometer and anemometer, both digital and non-conventional, that managed to achieve the proposed objective to perform a correct sampling with proposed tables. Additionally, a data logger was created, made by the physical race which proposes an adequate control of the environmental conditions.

Keywords: <Environmental conditions> <Information units> <Environmental conditions measurement tools> <Data logger>

* Estudiante, investigadora de quinto año de la carrera de Bibliotecología y Ciencias de la Información – Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), alumna de la Academia de Bellas Artes Hernando Siles.

** Docente, Investigador de la carrera de Física de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), a cargo del Laboratorio de Materia Condensada del Instituto de Investigaciones Físicas (IIF) y miembro de número de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia.

Introducción

Las unidades de información pueden verse amenazadas terriblemente por el desconocimiento de la identificación y medición de condiciones ambientales como ser temperatura, humedad relativa, luz y flujo de aire, que son las más influyentes en una unidad de información. Por lo cual, se realizó un estudio comparativo y descriptivo.

Se facilita el rango de la temperatura ideal para un ambiente, comparando dos herramientas, la primera, el termómetro de bulbo de mercurio y el segundo, el termómetro digital, dando pasos a seguir, para el buen uso de ellos, sobre todo al realizar un control y muestreo con ayuda de tablas propuestas. De igual manera, repetimos el mismo procedimiento con la humedad relativa comparando un higrómetro de bulbo húmedo con ayuda de la psicrometría y el higrómetro digital. Lo mismo con la luz, se muestra como debe ser la medición de la luz paso a paso con un luxómetro usando la aplicación en el celular, con un luxómetro electrónico. Y por último, la medición del flujo de aire con ayuda de un anemómetro.

Para el control, lo primero que se debe realizar son las mediciones, luego un muestreo de la unidad de información ya que cada unidad es única y particular, las condiciones también pueden variar según algunos factores que deben ser tomados en cuenta, ventilador, luz, aire acondicionado, flujo de aire, plantas, etc. Se brinda una tabla de cómo debería ser el muestreo por cada m2 para una medición correcta. Para este fin se utiliza un "data logger", que es un equipo para almacenamiento de datos, de tipo Arduino o similar, que se conecta y controla los sensores de temperatura y humedad. El control se realiza colocando los sensores en determinados lugares donde existe mayor oscilación de temperatura y humedad, este aparato de control propuesto se encarga que los ventiladores pequeños instalados se enciendan automáticamente, para bajar la temperatura en los lugares que se requieran según el muestreo, sucede también con la humedad, se colocan tubos de ventilación o deshumidificadores, esto ayudará a un control automático para todo el día, incluso sin que el encargado esté presente.

Si bien estos controles automáticos ya existen y se pueden conseguir en el mercado local, se propone un control adecuado para las unidades de información, una medida de control más específica y, sobre todo, más económica. Las instituciones no cuentan con presupuesto necesario para la compra de estas herramientas digitales y sobre todo para la instalación de estos equipos más modernos. La idea de esta investigación es brindar más opciones, para que estas condiciones ambientales sean medidas y controladas.

I. Condiciones ambientales y herramientas para su medición

Las condiciones ambientales son muy importantes para determinar la alteración dinámica en un determinado ambiente, la buena y la mala combinación de estas condiciones, puede generar resultados fatales u óptimos para una unidad de información, por tal razón, es necesario medir cada uno de estos factores que amenazan de gran manera a la documentación. Así lo identifica Valgañón (2008) "entre los factores ambientales más determinantes en la alteración de obras de arte destacan: agua, temperatura, luz, viento y contaminantes, (…) no suele ser solo uno de esos factores el que actúa, sino que el resultado final es consecuencia de la acción combinada de varios de ellos." (p.85).

Estos factores ambientales, conforman el clima, dice Valgañón (2008) "hablar del clima, en general como factor ambiental, teniendo en cuenta que para delimitar el clima de un área concreta hay que tener presente distintos parámetros como agua o humedad, cambios de temperatura, insolación, vientos, vegetación, latitud, altitud, contaminación, etc."(p.85). Claramente, se denota que para seguir parámetros del clima se debe tener un determinado ambiente, se debe respetar los rangos permitidos y los factores indispensables a medir, no se puede medir solo un factor para luego olvidar a otros, se debe realizar un seguimiento y muestreo de todos o, por lo menos, de la mayoria de estas condiciones.

Antes de la identificación de las herramientas, se debe realizar una división por metros del espacio del ambiente de la unidad de información, para un muestreo más preciso, en el ejemplo se muestra una división de 4x3 m2.

1m	2m	3m	4m
5m	6m	7m	8m
9m	10m	11m	12m

Imagen 1. Ejemplo de división m2.

1. Temperatura

Se denota que, las complicaciones aparecen cuando diferenciaciones de temperatura del

ambiente son repentinas o estén muy elevados o muy bajos, más que todo ahora a consecuencia del calentamiento global, estos cambios varían muy frecuentemente en las unidades de información. De ahí que para Valgañón y Violeta (2008) "los problemas surgen cuando lo que se producen son variaciones bruscas de temperatura o los efectos conjuntos de temperatura y humedad. Con los cambios de temperatura aparecen fenómenos de dilatación al aumentar la temperatura, y contracción al disminuir" (p.89).

La importancia de la temperatura en una unidad de información es vital, para una buena conservación y preservación de documentos, como se identifica, "La temperatura óptima para la conservación del papel la podemos establecer en 18 °C con una oscilación máxima de 3°C" (Upcommons, 1998, p. 4).

"La medida utilizada son los grados centígrados (ºC). El rango ideal se encuentra entre los 13 °C y 18 °C. (Oporto 2009:111). Se demuestra que sí se tiene un rango ideal para la conservación de los documentos, pero cabe recalcar que varía según el autor, por tal razón más adelante se brinda una tabla de rangos propuestos por autores de otros países para ver la diferencia entre estos rangos.

A causa de un mal control de temperatura, pueden generarse daños inmensos en la documentación, afectando el contenido informacional de dicho soporte e incluso provocando su destrucción y la no recuperación de los mismos. Del mismo modo, puede afectarse directa e indirectamente a la unidad de información, es así que la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia considera como obligación en el ejercicio de la función pública el "Inventariar y custodiar en oficinas públicas los documentos propios de la función pública, sin que puedan sustraerlos ni destruirlos. La ley regulará el manejo de los archivos y las condiciones de destrucción de los documentos públicos." (2008).

1. Herramienta para la Medición - Termómetro

Por otra parte, la temperatura tiene varias unidades de medición, "Se mide con termómetros, que usan distintas escalas, siendo las más comunes el Centígrado o Celsius, el Fahrenheit y el Kelvin" (Valgañón, 2008, p. 89), la unidad mas utilizada para la medición son los grados centígrados °C, cuya aplicabilidad es constantemente conocida y usada por muchos. En Bolivia, la legislación considera esta escala como obligatoria.

Otros autores mencionan que:

Humedad Relativa y Temperatura, están por debajo de los valores que indica como idóneos para el crecimiento de microorganismos (HR 65 – 70 % y Temperatura 25 – 40°C). Las condiciones existentes ayudan a controlar la proliferación de hongos y son favorables para la conservación de bienes documentales con soporte en papel, Caneva et al (1991) y Borrell et al (2004) recomiendan valores entre 45% y 55% de Humedad Relativa y temperaturas entre 16°C y 21°C. (Morales Carrera & Chalan Paladinez, 2017, p. 102).

1.1. Termómetro de Mercurio

- Se debe colocar de forma vertical, agarrando solo de la punta de la parte superior del termómetro, en el lugar (guiarse con el cuadro de división por m2 que se realizó) que se quiere tomar la temperatura, como se ve en la imagen.
- Se debe esperar alrededor de 30 segundos a 1 minuto para que el termómetro pueda tomar la temperatura exacta, ya que este puede variar según el flujo de aire en el ambiente.
- Anotar en un cuaderno o computadora la temperatura, en intersecciones de 2 horas durante el día, cada metro cuadrado (m2.).
- Todos los datos recabados nos sirven para realizar nuestro muestreo y control a futuro, ya sea con un data logger o una tabla hecha en Excel.

Imagen 2. Modo correcto de medición de la temperatura por m2.

1.2. Termómetro Digital

- Una vez obtenido el aparato, lo primero que se debe hacer es leer las instrucciones ya que hay de muchas formas y marcas, lo cual hace que cada instrumento pueda tener algo en particular. Si no se entiende buscar más información o acudir a una persona que sepa sobre el tema.
- Calibrar el aparato para que los datos sean exactos (decimales o números enteros).
- Tomar la temperatura en cada metro cuadrado (m2) del ambiente.
- Las medidas se deben tomar cada hora o dos durante todo el día, el equipo digital usualmente ya cuenta con data logger por lo cual ya no es necesario escribir las temperaturas, estas se guardan con una configuración que se debe realizar con anticipación.
- Los almacenadores de datos, o data loggers más económicos son del tipo Arduino, ayudan a un control desde una computadora, celular o algún aparato electrónico con el cual sea compatible.

Es importante cumplir con las recomendaciones anteriores proporcionadas por el docente de la carrera de Física Eduardo Palenque, para lograr una buena práctica en la medición y uso del termómetro digital.

1.3. Comparación y datos adicionales

Las ventajas de utilizar un termómetro de bulbo de mercurio son: es portátil, se puede tomar medidas del ambiente muy fácilmente con una buena capacitación, pero por otro lado es frágil y hay que cuidarlo bien. El termómetro digital es más rápido pero el factor que incomoda mucho a las instituciones es su compra, en específico por el costo que demanda. "Tienen una vida útil relativamente corta, propia de la de los elementos electrónicos que lo componen. Son costosos: un buen termómetro electrónico vale entre 10 y 30 veces más que uno de mercurio." (Nuñez, 2008, p. 1). Por tal razón, la mayoría de las instituciones no las adquieren por falta de presupuesto. Por consecuente, es recomendable saber utilizar ambos termómetros.

1.4. Muestreo de la Temperatura

La temperatura según algunos autores puede variar incluso de metro a metro, por tal razón, se debe tomar en cuenta la medición de la temperatura de acuerdo a los metros cuadrados (m2) de la unidad de la información, se necesita tomar la temperatura de forma vertical, esto con un previo análisis de caso de la unidad, cabe recalcar que la medición se realiza en un día, máximo. Con ayuda de una tabla ya realizada como se muestra en el gráfico, se verifica si hay variaciones en la temperatura, una vez hecho el muestreo se deben guardar los datos para un control de este, ya sea con ayuda de un datalogger o una tabla hecha a mano. La temperatura varía según las estaciones, pero también puede variar por muchos aspectos como ser, ventiladores, calefacción, ventanas rotas, plantas dentro la entidad, calor corporal de las personas. Todos estos factores afectan a la temperatura.

MUESTREO DE TEMPERATURA INFERIOR (m2)

TEMPERATURA	1 m	2m	3m	4m
6:00 AM	7 ° C	7 ° C	6 ° C	7 ° C
8:00 AM	10 °C	9,5 °C	9 °C	10 °C
10:00 AM	16 °C	16 °C	16 °C	16 °C
12:00 PM	21 °C	21 °C	20 °C	19 °C
2:00 PM	17,5 °C	23 °C	20 °C	22 °C
4:00 PM	16 °C	22 °C	22 °C	19 °C
6:00 PM	12 °C	17,5 °C	17 °C	17,5 °C
8:00 PM	9 °C	8 °C	9 °C	9 °C
10:00 PM	6 °C	6 °C	6 °C	6 °C
12:00 PM	4,5 °C	4,5 °C	3 °C	4,5 °C

MUESTREO DE TEMPERATURA SUPERIOR (m2)

TEMPERATURA	1 m	2m	3m	4m
6:00 AM	7 ° C	7 ° C	6 ° C	7 ° C
8:00 AM	10 °C	9,5 °C	9 °C	10 °C
10:00 AM	16,5 °C	16 °C	18 °C	16 °C
12:00 PM	21 °C	18 °C	20 °C	19,5 °C
2:00 PM	17,5 °C	20 °C	20,5°C	22,5 °C
4:00 PM	16,5 °C	20 °C	23 °C	19 °C
6:00 PM	12 °C	17,5 °C	17 °C	17,5 °C
8:00 PM	9 °C	8 °C	10 °C	9 °C
10:00 PM	6,5 °C	6 °C	6 °C	6 °C
12:00 PM	4,5 °C	4,5 °C	3 °C	4,5 °C

Imagen 3. Tabla propuesta de muestreo de la temperatura superior e inferior.

2. Humedad Relativa

La humedad es uno de los factores más importantes a tomar en cuenta en una unidad de información, este es, "denominado humedad relativa. Esta presenta la relación entre la humedad absoluta y la cantidad de vapor de agua necesaria para alcanzar la saturación, expresado en tanto por ciento" (Valgañón, 2008). En palabras simples es la cantidad de vapor de agua en un espacio determinado.

Descrita ya la importancia de la humedad, enfatizamos así las consecuencias del mal control de esta condicion en el ambiente cuando éste tiene muy alta o muy baja humedad reativa, generan un daño parcial o total al documento, "menos de 35% de Humedad Relativa implican en desecamiento volviendo al papel rígido y promoviendo la pérdida de resistencia mecánica, fisuras, agrietamientos, encogimiento y deformación en los documentos, (…) un incremento de la humedad que provoca dilatación, deformacion,crecimiento y posible proliferación de microorganismos" (Botello, 2015, p. 8).

Analizando más profundamente, y a lo que realmente se quiere llegar, es el cuidado del papel en específico, corroboramos que "las condiciones óptimas de humedad relativa de papel las podemos establecer de unos 55% con una oscilación máxima de 5%" (Upcommons, 1998). Pero este también depende a qué nivel sobre el mar se encuentra la unidad de información.

Por otro lado, otro autor, menciona que "el rango de humedad apropiado para los materiales celulósicos es de 30 a 55% de Humedad Relativa +/- 5%. Pero el porcentaje depende mucho del tipo de papel y de las condiciones en la que cada uno encuentre su equilibrio" (Botello, p. 8). Por cual, se enfatiza que se tome muy en cuenta el lugar de donde se toma el muestreo ya que como se verificó la humedad puede variar según el tipo de papel, el lugar especifico donde se encuentra la unidad de información y obviamente las condiciones externas que pueden afectar la medición.

Una vez determinado el porcentaje al cual el papel debe tener en relación a la humedad relativa será mucho más fácil poder brindar una conservación y un control adecuado a la documentación, se necesitará realizar un estudio de caso en cuanto a la humedad relativa dentro del ambiente y todos los factores externos que podrían afectar en su medición como estufas, calefactores, ventiladores, etc.

2.1. Herramienta para la medición. Higrómetro

Como se puede ver en la imagen, "la humedad relativa se mide con los higrómetros y los diagramas higrométricos representan la relación entre temperatura, humedad absoluta y humedad relativa" (Valgañón, 2008, p. 88). A diferencia de la temperatura, esta condición es un poco más complicada de medirla, ya que esta es el conjunto de la humedad absoluta con la temperatura, y como tal da resultado la humedad relativa.

2.1.1. Higrómetro de bulbo húmedo

Los materiales que se necesitan para la medición son dos termómetros secos de bulbo de mercurio, mejor si son idénticos, o por lo menos lo más similar posible, un trapo pequeño, "huaipe" o algodón, un trípode que soporte los 2 termómetros sin tocar el suelo (este puede ser comprado o ser hecho con instrumentos caseros o), algún hilo o lana para amarrar, y finalmente agua.

Seguidamente se explicará cómo se debe realizar la construcción de este instrumento:

- Se debe sacar los 2 termómetros de bulbo de mercurio y colocar en un lugar donde no puedan rodar.
- Armar el trípode, éste debe estar bien sujeto evitando que se caiga y pueda sostener los 2 termómetros, lado a lado en la misma altura.
- Amarrar el primer termómetro a un costado sin tocar el suelo (cualquier material con el que se pueda sujetar).
- Colocar un trozo de tejido pequeño tapando específicamente el bulbo de mercurio, procurando que no se salga.
- Colgar el otro termómetro que usualmente le llaman termómetro húmedo para diferenciarlo.
- Humedecer el trapo que se encuentra en el termómetro al cual denominamos termómetro húmedo.
- Esperar por 2 minutos para ver la variación de ambos termómetros.
- Tomar la primera muestra de ambos termómetros en una tabla como se muestra en el gráfico.
- Pasamos a la identificación de la humedad relativa haciendo un cruce de datos en la tabla que se muestra a continuación. Esta tabla relaciona la humedad absoluta.
- Al final tendremos la humedad relativa del ambiente con ayuda de un gráfico especial que se muestra a continuación. Con este se debe realizar un cruce de ambas temperaturas e interpretar los datos para que nos dé la humedad relativa.

- Realizar este proceso por lo menos 3 veces al día por un día entero, en general la humedad varía según la temperatura y eso puede ocasionar una baja brusca de humedad o viceversa, por tal razón se realiza un muestreo de estas para luego sacar una media y dar un porcentaje de humedad.

TERMOMETRO	HUMEDO	SECO	
N° 1	19,5 °C	20 °C	38% HR
N° 2	17,5 °C	20 °C	
N° 3	16,5 °C	20 °C	

Imagen 4. Tabla para el cruce de variables con ayuda de la tabla psicrométrica.

Imagen 5. Modo correcto de posición del higrómetro de bulbo de mercurio.

2.1.2. Higrómetro Digital

- Una vez obtenido el higrómetro digital, lo primero que se debe hacer es leer las instrucciones ya que hay muchas formas y de muchas marcas, lo cual hace que cada instrumento pueda tener algo en particular. Si no se entiende buscar más información en internet o acudir a una persona que sepa sobre el tema.
- Se debe calibrar el aparato para que los datos sean exactos.
- Si es el mismo aparato con el que se tomó la temperatura, se debe cambiar el sensor para que mida la humedad relativa.
- Tomar la humedad relativa a cada metro cuadrado (m2) en toda la unidad.
- Las medidas se deben tomar por lo menos cada tres veces al día, el equipo digital usualmente ya cuenta con datalogger, por lo cual ya no es necesario escribir la humedad; estas se guardan con una configuración que se debe realizar tanto en el equipo o el lugar donde se controlará.

Imagen 6. Data logger con higrómetro, termómetro y luxómetro.

2.1.3. Muestreo de la Humedad Relativa

	TERMOMETRO	HUMEDO	SECO	HUMEDAD RELATIVA
MAÑANA	N° 1	19,5 °C	20 °C	38 % HR
	N° 2	17,5 °C	20 °C	
	N° 3	16,5 °C	20 °C	
TARDE	N° 1			38 % HR
	N° 2			42 % HR
	N° 3			33 % HR
NOCHE	N° 1			19 % HR
	N° 2			16 % HR
	N° 3			

Imagen 7. Tabla propuesta para el muestreo de Humedad Relativa.

3. Luz

Otra de las condiciones ambientales fundamentales para una unidad de información es la medición de la luz. Es un factor que se encuentra en cualquier lugar ya sea en velas, lámparas, focos, etc., por lo tanto es esencial saber la cantidad de luz que existe en un lugar determinado, ésta está formada por, "fotones que se trasladan en forma de ondas, es energía radiante, se propaga en todas las direcciones y siempre en línea recta, dentro del espectro electromagnético tenemos diferentes tipos de radiación u ondas, que varían dependiendo la longitud y frecuencia" (Botello, p. 8).

3.1. Herramienta para la Medición - Luxómetro

En general, la medición de la intensidad de la luz se realiza con un luxómetro, un aparato que suma toda la cantidad de luz que recibe un lugar determinado, este puede variar según la distancia con la que se tome la medida y también el tipo de luz en específico.

De esta manera, las causas por falta de control de la luz, pueden ser decoloración y envejecimiento específicamente, claro que este dependerá también

de tipo y grosor del papel. Algunos de los daños que ocasiona la luz como el más conocido y fácilmente apreciable es "el amarillamiento del papel (…) asi tambien se ven afectados, (...) los lomos de los libros (…) envejecimiento prematuro del papel que hace que se vuelva quebradizo, produciendo el debilitamiento de su estructura debido a la ruptura de las cadenas moleculares de la celulosa" (Botello, p. 9).

Otro autor menciona que, "la intensidad máxima para un archivo fluctúa entre 25 y 50 lux, esta medida se obtiene mediante un fotómetro" (Universidad Mayor de San Andrés, 2013, p. 26). El fotómetro tambien es un luxómetro, pero el fotómetro es más aplicado a las fotografias.

3.1.1. Luxómetro en Aplicación para celular

También puede tomarse en cuenta este instrumento, que fácilmente se puede descargar desde un celular como aplicación llamada luxómetro.

Imagen 8. Luxómetro en aplicación de celular y modo correcto de utilizarlo.

- Se necesita poseer un celular de alta gama con buena cámara.
- Se debe ir a playstore, una de las herramientas que nos ayudará a descargar aplicaciones. Buscar la aplicación luxómetro (hay muchos ejemplares por lo cual tendrá que escoger una, pero el que se recomienda en uno con el nombre de "LUX", se descarga y luego se procede a instalar.
- Se debe realizar algunas configuraciones si son necesarias (con la aplicación recomendada no se necesita realizar ninguna configuración).
- Tome las medidas del lugar, del cual se quiere saber la intensidad de la luz, por ejemplo si hay estantes, puede tomar desde ese lugar. El celular debe estar recto, no se debe tapar la cámara delantera, ya que usualmente ese es el sensor de luz.
- Tomar los datos dependiendo del lugar en específico, del cual quiera saber la intensidad de la luz.
- Hágase una tabla y controle la luz según el objeto que quiera medir.

3.1.2. Luxómetro Digital con Datalogger

Esta herramienta ayudará a tomar la intensidad de la luz en un objeto de forma más precisa.

- Una vez obtenido el luxómetro digital, lo primero que se debe hacer es leer las instrucciones ya que hay muchas formas y de muchas marcas, lo cual hace que cada instrumento pueda tener algo en particular. Si no se entiende buscar más información en internet o acudir a una persona que sepa sobre el tema.
- Se debe calibrar el aparato para que los datos sean exactos y se puedan grabar en el datalogger.
- El instrumento debe estar recto, no se debe tapar con la sombra de la mano u otros objetos, ya que usualmente un simple movimiento hace variar la medida. Este le dará la medida en lux.
- Tomar los datos dependiendo del lugar en específico, del cual quiera saber la intensidad de la luz.
- Hágase una tabla y controle la luz según el objeto que quiera medir.

Imagen 9. Luxómetro digital con sensor de luz.

3.2. Comparación y Datos adicionales

Se comparó ambas herramientas, si bien la aplicación luxómetro varía por algunos lux, con el luxómetro digital la variación no es significante, si se cuenta con una cámara o un celular de más alta gama. Al realizar una comparación de dos modelos de celular: un modelo CAM-L23 HUAWEI de gama no muy alta y el otro Samsung Galaxy S6, con el luxómetro digital, hemos obtenido estos resultados: el celular de más alta gama tuvo más acercamiento al dato del luxómetro electrónico, esto también depende de la precisión y detalle de la persona que mida, debe ser muy cuidadoso al momento de medir los datos. Esta herramienta es mucho más accesible y económica y es una buena opción para la medición.

3.3. Muestreo de la luz

	SALA DE LECTURA		
LUX	HORAS		
50	6	300 lux	libros cerrados
250	2	500 lux	libros abiertos
250	4	750 lux	libros abiertos

Imagen 10. Tabla propuesta para el muestreo de luz, según los lux.

4. Flujo de aire

Otra de las condiciones ambientales que influye a la temperatura de cierto modo, es el viento, es un factor que también debe ser controlado y regulado, dado que, "el viento es el aire atmosférico que se mueve en determinada dirección, el aire caliente asciende y el frío ocupa su lugar, produciéndose esos movimientos de aire, por causa a que la superficie de la tierra no está toda a igual temperatura" (Valgañón, 2008, p. 97). Como bien se menciona, la temperatura no es igual en ningún lugar o ambiente, si encontramos una rajadura en la ventana, o una puerta que no está de acuerdo a la medida, ventiladores, calefacción o deshumidificadores, podrían alterar nuestras medidas ya tomadas en temperatura y, por ende, la humedad porque actúan conjuntamente.

Por un lado, "cuando el viento arrastra partículas sólidas puede causar erosión de los materiales contra los que impactan éstas y, si además está asociado a precipitaciones, provoca que los materiales se degraden más rápidamente y de manera distinta según sus características" (Valgañón, 2008, p. 97), el viento puede causar terribles daños a la documentación como agravacion de los problemas de cristalizacion de sales en ambientes húmedos, esto provoca que los materiales se dañen más rapidamente.

4.1. Herramienta para la Medición - Anemómetro Digital

Imagen 11. Modo correcto de utilizar un anemómetro.

La herramienta que se usa para la medición del flujo de aire, es el anemómetro, un lector de viento, enfocado a la velocidad de él, su medida es m/s.

- Una vez obtenido el anemómetro digital, lo primero que se debe hacer es leer las instrucciones ya que hay muchas formas y de muchas marcas, lo cual hace que cada instrumento pueda tener algo en particular. Si no se entiende buscar más información en internet o acudir a una persona que sepa sobre el tema.
- Se debe calibrar el aparato para que los datos sean exactos y se puedan grabar en el datalogger.
- Pararse en el lugar donde se quiere medir, esperar de 30 segundos a un minuto dependiendo del lugar, tomar la medida.
- Anotarlo en una base de datos para realizar un control.
- Detectar el número más alto en m/s.

II. Control de condiciones ambientales

Para llevar a cabo el control de condiciones ambientales es necesario ensamblar un sistema de control que consta de los siguientes elementos: sensores, controlador y actuadores.

a) Sensores

Los sensores son dispositivos capaces de convertir cualquier variable física medible en otra variable física, generalmente, señales eléctricas. Los sensores recogen información del medio estudiado, en

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	VENTILACION	LUZ	LUZ NATURAL
13º C - 20 º C ESPAÑA	30 % - 60% ESPAÑA 30 % 50% 45 % - 60 %	NORMAS DE BIBLIOTECA NACIONAL DE PARIS: Deposito con filtrado máximo 25 UFC/m3 y sin filtrado 100 UFC/m3 con una política de huecos al exterior máximo de 10 % de la superficie.	NO MAS DE 55 lux materiales sensibles (papel)	Exposiciones 500/700 lx Consulta 500/600 lx Depósitos 500 lx Ordenadores 150/300 lx Conferencias 100/3000 lx General 250/300 lx Se supone como criterio que un día claro mide 100000 lx y un interior junto a una ventana 2000 lx
18º C - 21 º C +/- 5 ESPAÑA	55 % +/- 2 ESPAÑA		NO MAS DE 150 lux materiales semi sensibles	
PAPEL 18 º C +/- 1	PAPEL 40 % - 55 %		NO MAS DE 300 lux materiales no sensibles	
PIEL 18 º C	PIEL 45 % - 60 %		165 lux para materiales semi sensibles, no más de 2% s2	
PERGAMINO 20 º C	PERGAMINO 50 % - 60 %		UV= 75 w/l	
18º C - 22 º C ARGENTINA	40 % - 60% ESPAÑA		50 luz UV= menos de 10 u w/lm	
15º C - 22 º C ARGENTINA	40 % - 50% ARGENTINA		Luz – evite el rango de 1000 -100000 luxes. UV menos de 75 u w/lm	
20 º C LA PAZ (SOLO SE HIZO UN TANTEO POR UN AUTOR) 18 º C - 20 º C (PARA QUE CREZCAN HONGOS)	65 % - 70% PERGAMINO		25 a 50 lux	
MATERIAES ORGANICOS DE CORTA VIDA 22 º C - 50 % HR - DURA 33	30 % - 50% (PARA QUE CREZCAN HONGOS)			
Temperatura y Humedad Relativa en años 16 º C - 40 % HR -- DURA 88 AÑOS 27 º C - 75 % HR -- DURA 9 ANOS 14 º C - 50 % HR -- DURA 100 ANOS				

Imagen 12. Rango de condiciones ambientales, según diferentes tipos de autores. Elaboración propia.

nuestro caso, brindan información del estado de la temperatura, humedad relativa y luminosidad de los ambientes.

b) Controlador

El controlador es un dispositivo electrónico que recoge la información brindada por los sensores, la procesa y realiza una acción. La acción, normalmente, es activar los actuadores del sistema para controlar las variables. El controlador en el sistema propuesto es una tarjeta Arduino uno, encargada de recolectar la información de los sensores y encender automáticamente los actuadores para controlar las condiciones del ambiente.

c) Actuadores

Los actuadores son dispositivos encargados de controlar las variables medidas por los sensores. Estos se activan con la orden del controlador, por ejemplo, cuando la temperatura del ambiente excede la temperatura recomendada, el controlador activa ventiladores para bajar la temperatura. Los actuadores en este sistema son los tubos de ventilación para controlar la humedad relativa, ventiladores pequeños de computadora y estufas. Todos estos se encargarán de mantener las condiciones adecuadas en los ambientes de trabajo.

2.1. Fases del Proyecto

2.1.1. Primera fase: monitoreo

a. Modalidad de monitoreo del sistema sin base de datos

En esta modalidad, el sistema consiste en dos sensores por cada punto de interés: Sensor DHT 11 (temperatura y humedad relativa) y un LDR (luxómetro de bajo costo), una pantalla LCD para visualizar los datos y una placa Arduino como tarjeta de adquisición de datos de los sensores.

b. Modalidad de monitoreo del sistema con base de datos

En esta modalidad, el sistema consta de los mismos elementos del punto anterior salvo por la tarjeta Arduino, que es reemplazada por un mini computador raspberry pi, encargado de la adquisición y el almacenamiento en una base de datos de los datos brindados por los sensores.

2.1.2. Segunda fase: control

En la segunda fase, el controlador será programado para actuar cuando las condiciones de ambiente no

se encuentren en el rango de valores recomendados. En esta fase es necesario instalar los actuadores en los puntos identificados en la primera fase. En ambas modalidades el control será el mismo, la tarjeta Arduino recogerá información de los sensores constantemente y activará los actuadores en caso de ser necesario.

Los sensores para medir la humedad relativa se basan en las propiedades capacitivas de una parte del circuito, y tienen además un sistema de comparación similar a la técnica del bulbo húmedo. Esto permite medir en forma simultánea, tanto la temperatura ambiente, como calcular la humedad relativa. Los sensores estarán distribuidos en cada uno de los ambientes a ser controlados (sala de lectura, el depósito de libros, la bodega de archivos, etc.) y entregarán los datos al data logger (u otro sistema de adquisición de datos) donde podrán ser procesados para su control posterior, o ser admitidos por mecanismos de servomotores y/o calentadores conectados a los sistemas de control automático. Por ejemplo, si la temperatura ambiente baja, el sistema podría conectar una estufa para calentar el ambiente; o si la temperatura está muy alta, conectaría un ventilador pequeño para enfriar sacando aire de las salas cerradas. De manera similar, otro canal se encargará de realizar el control del nivel de iluminación, encendiendo o apagando lámparas en forma adecuada al tipo de material y sala.

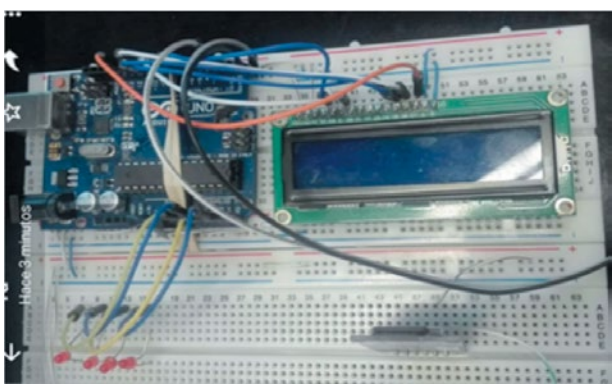

Imagen 13. Data logger propuesto.

Conclusiones

Es indispensable conocer e identificar las herramientas para la medición, saber cómo debe ser el uso correcto, y lo principal realizar un muestreo del ambiente para poder prevenir la aparición de agentes biológicos, u otros peligros que amenazan a una unidad de información.

Se propone realizar primero un estudio piloto en una de las bibliotecas de la UMSA, con un sistema de fácil manejo y costo bajo, que no implique ni demande esfuerzos a los encargados de la biblioteca ni grandes gastos a la administración. Para ese fin, el Laboratorio de Materia Condensada está diseñando un sistema que permita medir las variables claves para la conservación de archivos de base a celulosa, que son la luminosidad (con un luxómetro digital), la temperatura ambiente (con un termómetro digital) y la humedad relativa (con un higrómetro digital). Se está trabajando en un modelo compacto, que no ocupe espacio entre archivos y que sea de bajo consumo de potencia, para que en caso de ser alimentado por baterías, éste tenga una larga vida útil. En forma paralela, se ha construido un prototipo para la fase de control, en el cual los datos de los sensores principales se conectan a un microprocesador que puede conectar o desconectar (según sea necesario) un sistema de ventilación y otro de calefacción. El sistema de ventilación está pensado para condiciones climáticas frías como La Paz, con una humedad relativa ambiente muy baja; de manera que si existiese concentración de humedad en un ambiente (la mayoría de los archivos y depósitos de libros están en sótanos cerrados) se puede realizar un control mediante la circulación de aire seco del exterior del ambiente, que reemplazaría la humedad del depósito. De manera similar, se controlaría la temperatura, ya que en la mayoría de los casos, el depósito de libros es más frío que el ambiente, y sólo se requiere calentar un poco el aire interno. El control de luz no se haría en forma automática, sino que se realizarían medidas periódicas en las diversas zonas de las bibliotecas, archivos y salas de lectura, para verificar el rango aceptable de valores.

Notas

1. Por unidad de información se abarca o se entiende como bibliotecas, museos, archivos y centros de documentación.
2. Se debe realizar un muestreo de cada ambiente de la unidad de información, teniendo así varias tablas para realizar un buen muestreo y control, según menciona el doctor Eduardo Palenque, 2018.
3. Los datos de Temperatura, Humedad Relativa Luz y Flujo de Aire, deben relacionarse con las condiciones ambientales de la región tomando en cuenta algunos factores que podrían influenciar a la hora de tomar los datos según Valgañón (2008: 85).
4. Según Stefany Coco un data logger es un dispositivo electrónico que registra datos en el tiempo o en relación a la ubicación por medio de instrumentos y sensores propios conectados externamente (2018).

5. El data logger propuesto fue elaborado por Stefany Coco, ingeniera electrónica y auxiliar de investigación de la carrera de Física.

Bibliografía

- BOTELLO, J. L. (2015). *Causas de deterioro del patrimonio documental. Causas de deterioro del patrimonio documental*. España.
- Centro Español de Metrología. (2008). *Procedimiento TH-007 para calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad en el aire.* marzo de 2018, Recuperado de: http://www.cem.es/sites/default/files/th-007e.pdf
- CONSERVE O GRAM. (1994). *An insect Pest Control Procedures: the freezing process. Conserve o Gram*, 4.
- ASAMBLEA CONSTITUYENTE DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA. *Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia*. (2008). La Paz.
- HERNANDÉZ, P. J. (2004). *Diagrama Psicrómetrico.*
- MORALES CARRERA, R., y CHALAN PALADINEZ, R. (2017). *Estudio de las condiciones de trabajo en bibliotecas de la ciudad de Quito y la exposición de sus trabajadores a hongos. Enfoque UTE*, 94-106.
- NÚÑEZ, C. E. (2008). *Termómetros de Mercurio*. Cenunez.com, 1-4.
- OPORTO ORDÓÑEZ, L. y CAMPOS LORA, C. (2009). *Guía práctica para la organización de archivos administrativos. 22 esquemas y 26 directrices de trabajo para el archivero boliviano.* La Paz: BCG.
- PALENQUE, E. (Entrevista). (2018). "Manejo de herramientas para la medición de condiciones ambientales". La Paz, 28 de marzo. [Entrevistado por Mary Cruz].
- Archivo de La Paz. (2013). *Boletín del archivo de La Paz* N° 29. La Paz. UMSA, Carrera de Historia, Archivo de La Paz.
- UPCOMMONS. (1998). *Medidas de preservación para bibliotecas de arquitectura, construcción y urbanismo.* Recuperado el 17 de febrero de 2018, Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/13511/1998_4.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VALCON. (s.f.). Carta Psicrometría. *Unidades del Sistema Internacional Presión Barométrica.*
- VALGAÑÓN, V. (2008). *Biología aplicada a la conservación y restauración.* Madrid: Síntesis S.A.

Recepción: 5 de septiembre de 2018
Aprobación: 15 de noviembre de 2018
Publicación: Diciembre de 2018