



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



UNIVERSIDAD DE SEVILLA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

**EFFECTO DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA EN EL
DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO INTERIOR DE BIBLIOTECAS
Y SU RELACIÓN CON LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA**

Tesis doctoral presentada por
MARIA DE LA PAZ DIULIO

ante la

Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la
Universidad Nacional de La Plata
en cotutela con la
Universidad de Sevilla

Para acceder al grado académico de
DOCTOR EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

Directora de la tesis:
Prof. Arq. Analía Fernanda Gómez

Codirectora de la tesis:
Dra. Arq. María del Pilar Mercader-Moyano

La Plata, Argentina, 12 de junio de 2017

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	8
PRIMERA PARTE.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 CONSIDERACIONES PREVIAS	13
1.2 TEMA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.4 ACERCA DEL ESTADO DE LA CUESTIÓN	17
1.5 METODOLOGÍA PROPUESTA.....	19
1.6 CONTENIDO DE LA TESIS	19
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	22
2.1 DEFINICIÓN DE LOS CONCEPTOS UTILIZADOS	23
2.1.1 Conservación preventiva.....	23
2.1.2 Daño químico, mecánico y biológico.....	23
2.1.3 Desempeño higrotérmico	24
2.2 ANTECEDENTES.....	25
2.3 ESTADO DE LA CUESTIÓN DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS	29
2.3.1 Monitorización	29
2.3.2 Cálculo y evaluación	43
2.3.3 Resultados y modelización	51
2.4 CONCLUSIONES ACERCA DEL ESTADO DEL ARTE	54
3. OBJETIVOS	57
OBJETIVO 1.	58
OBJETIVO 2	58
OBJETIVO 3	58
OBJETIVO 4.	58
OBJETIVO 5	58
OBJETIVO 6	59
4. METODOLOGÍA.....	60
4.1 ETAPA METODOLÓGICA 1	60
4.2 ETAPA METODOLÓGICA 2	61
4.3 ETAPA METODOLÓGICA 3	62

SEGUNDA PARTE	63
5. ETAPA 1. MONITORIZACIÓN	65
5.1 PROTOCOLO DE MONITORIZACIÓN.....	65
5.1.1 Monitorización puntual	65
5.1.2 Elección del instrumental	67
5.1.3 Revisión del instrumental	68
5.1.4 Colocación, retiro y descarga del instrumental	69
5.2 DETERMINACIÓN DEL OBJETIVO CLIMÁTICO	71
6. ETAPA 2 CÁLCULO Y EVALUACIÓN	77
6.1 HIPÓTESIS PARA LA ADOPCIÓN DE VARIABLES DESCRIPTORAS DE LA ENVOLVENTE	78
6.1.1 Ubicación	78
6.1.2 Edad de la edificación	83
6.1.3 Compacidad	86
6.1.4 Pesadez	86
6.1.5 Asentamiento	87
6.1.6 Adosamiento	88
6.1.7 Transparencia	89
6.1.8 Transmitancia térmica ponderada.....	89
6.1.9 Tipo de sala.....	89
6.1.10 Equipamiento de climatización.....	90
6.2 VARIABLES DESCRIPTORAS DE LA ENVOLVENTE	90
6.2.1 Ubicación	91
6.2.2 Edad de la edificación	91
6.2.3 Compacidad	91
6.2.4 Pesadez	91
6.2.5 Asentamiento	92
6.2.6 Adosamiento	92
6.2.7 Transparencia	92
6.2.8 Transmitancia térmica ponderada.....	93
6.2.9 Tipo de sala.....	94
6.2.10 Equipamiento de climatización.....	94
6.3 DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO	95
6.3.1 Índice de posición anual.....	95
6.3.2 Índice de resiliencia anual	97
6.3.3 Índice de comportamiento anual	99
6.3.4 Índice de posición estacional	104
6.3.5 Índice de resiliencia estacional	104
6.3.6 Índice de comportamiento estacional.....	104
6.3.7 Puntos fuera de rango.....	105
6.4 DETERMINACIÓN DE UMBRALES ADMISIBLES DE DHT	107
7. ETAPA 3. INFERENCIAS Y MODELIZACIÓN	111
7.1 INFERENCIAS.....	112
7.1.1 Pruebas estadísticas para variables nominales.....	113
7.1.2 Pruebas estadísticas para variables continuas	117
7.2 MODELIZACIÓN	118

TERCERA PARTE	123
8. CASO DE ESTUDIO LA PLATA	124
8.1 EL CLIMA DE LA LOCALIDAD: LA PLATA.....	125
8.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA	129
8.3 ETAPA 1. MONITORIZACIÓN	131
8.4 ETAPA 2. CÁLCULOS Y EVALUACIÓN	131
8.5 ETAPA 3. INFERENCIAS	134
8.5.1 Ubicación	134
8.5.2 Edad de la edificación.....	134
8.5.3 Compacidad.....	135
8.5.4 Pesadez	136
8.5.5 Asentamiento	136
8.5.6 Adosamiento	137
8.5.7 Transparencia	138
8.5.8 Transmitancia térmica ponderada.....	139
8.5.9 Tipo de sala.....	139
8.5.10 Equipamiento de climatización.....	140
8.6 ANÁLISIS ESTACIONAL	143
8.6.1 Índice de posición estacional	143
8.6.2 Índice de resiliencia estacional	145
8.6.3 Puntos fuera de rango.....	146
8.7 RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	149
9. CASO DE ESTUDIO SEVILLA.....	153
9.1 INTRODUCCIÓN.....	154
9.2 EL CLIMA DE LA LOCALIDAD: SEVILLA.....	156
9.3 BIBLIOTECA RECTOR MACHADO Y NÚÑEZ EN LA REAL FÁBRICA DE TABACOS	158
9.4 BIBLIOTECA RECTOR ANTONIO MACHADO Y NÚÑEZ EN AV. DE ERITAÑA.....	160
9.5 APLICACIÓN DEL MODELO.....	161
10. CONCLUSIONES	172
10.1 RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	173
10.2 CONCLUSIONES SOBRE LA METODOLOGÍA UTILIZADA.....	174
10.3 CONCLUSIONES RESPECTO DEL CASO DE ESTUDIO ARGENTINO.....	176
10.4 CONCLUSIONES RESPECTO DEL CASO DE ESTUDIO ESPAÑOL	177
10.5 DISCUSIÓN Y COMPARACIÓN ENTRE CASOS DE ESTUDIO.....	178
10.6 APORTE REALIZADO A LA DISCIPLINA	180
10.7 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS, A DESARROLLAR.....	180
REFERENCIAS	182
ÍNDICE DE FIGURAS.....	191
ÍNDICE DE TABLAS	193
ÍNDICE DE ECUACIONES	194
ANEXOS.....	195
ANEXO 1 RESULTADOS ANÁLISIS ESTACIONAL	196
ANEXO 2 MONITORIZACIÓN CASO DE ESTUDIO SEVILLA	201
ANEXO 3 BIBLIOTECA RECTOR MACHADO Y NÚÑEZ	208
ANEXO 4 BIBLIOTECAS DEL CASO DE ESTUDIO LA PLATA	212

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer profundamente a mi directora, Analía Fernanda Gómez, por haber depositado su confianza en mí, y darme la oportunidad de trabajar a su lado y realizar esta tesis. Valoro infinitamente la libertad con la que trabajamos, y su generosidad al poner a mi disposición su tiempo y experiencia.

Agradezco con mucha alegría el entusiasmo que mi co-directora, Pilar Mercader Moyano, inculcó en mi investigación. Ojalá me alcance la vida para concretar al menos la mitad de los proyectos que imaginamos.

A la CIC y a CONICET, ya que por medio de su apoyo económico pude desarrollar mi trabajo y esta investigación. A la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, mi segundo hogar, y a la Universidad de La Plata, por el espacio de excelencia para realizar mi formación.

A Jorge Daniel Czajkowski, director del LAYHS, quien me da el privilegio de su confianza, y atiende mis dificultades siempre con palabras de aliento y, por supuesto, con un buen mate misionero de por medio. También a todos mis compañeros que han pasado por el LAYHS en estos años, de los que además tengo el honor de ser amiga, les agradezco la compañía y el soporte en lo cotidiano, en especial a Patricia Camporeale, colega de estancia.

Quisiera agradecer al Programa Bec.Ar, Presidencia de la Nación, por el financiamiento para realizar una estancia de formación en España, y a los miembros del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Universidad de Sevilla, por su camaradería en los 6 meses que duró mi estadía de investigación.

Va mi agradecimiento a la gestión del Programa Euro Tango Erasmus Mundus, de la Comisión Europea, ya que mediante el mismo tuve la oportunidad de realizar una estancia de 6 meses en tutela del Prof. Marco Filippi en el Grupo TEBE del Politecnico di Torino, y de conocer a los Dres. Michela Rota y Stefano Corgnati. De este grupo valoro su cordialidad, generosidad y ayuda desinteresada.

Al Dr. Antonio Ramírez de Arellano Agudo le agradezco su calidez, su humor, y la pertinencia de sus intervenciones, siempre en diálogo amable y con la sencillez de los grandes.

Deseo agradecer a Norma Mangiaterra, quién siendo coordinadora de la Red Roble atendió mi propuesta en sus inicios y me dio su visto bueno, lo que me abrió camino para conseguir los primeros casos de estudio. Quisiera destacar la amabilidad con la que participaron los directivos y el personal de todas las instituciones visitadas, a ellos mi agradecimiento y el anhelo de haber satisfecho sus expectativas.

Agradezco al Arq. Manuel García Munitis, responsable de la Dirección de Proyectos de la UNLP por responder siempre presto y afable; a Andrés Agudo Martínez, arquitecto del Gabinete de Proyectos de la Universidad de Sevilla, así como a Manuel Salvador Rus Rivero del Servicio de Obras y Proyectos, y a Francisco Giraldez Moreno, del Servicio de Mantenimiento.

A mis amigos va mi reconocimiento por su alegría y ánimo constante. Por suerte son muchos. Y por suerte, no necesito mencionarlos para que sepan cuánto les debo.

Finalmente, a los pilares de mi vida: mi gran familia, mis hermanos, mi compañero, mis padres.... gracias.

RESUMEN

La conservación preventiva es la disciplina que se encarga de proveer al patrimonio cultural de un entorno compatible con las necesidades de los elementos que constituyen las colecciones.

La temperatura y la humedad son capaces de modificar el ambiente e incidir en un grupo de agentes de deterioro asociados con la conservación de los bienes. A través de la adecuación del clima se puede limitar el efecto de la temperatura y la humedad incorrectas, y el desarrollo de plagas. Otros factores de daño, como las fuerzas físicas y vibraciones, el agua, la luz y la radiación ultravioleta, también pueden ser limitadas realizando adecuaciones en el edificio. Es decir que, exceptuando el daño efectuado por acciones humanas o desastres naturales, por medio del microclima y de la envolvente, se puede ejercer un efecto significativo en la conservación de los bienes culturales.

Maximizar los esfuerzos en evitar el deterioro de los bienes mediante medidas preventivas es beneficioso ya que permite extender la vida útil de las colecciones evitando el riesgo de pérdida, y el gasto de realizar obras de restauración una vez que se han dañado. Para lograr esta meta es necesario conocer dos aspectos importantes: cuál es la condición climática adecuada para cada colección; y cómo es posible alcanzarla minimizando los recursos económicos y energéticos de las instituciones.

El objetivo que ha perseguido esta investigación es el de elaborar un modelo que permite detectar los factores más influyentes de la envolvente de una biblioteca en su capacidad de alcanzar condiciones climáticas interiores consecuentes con la conservación, o lo que denominamos “desempeño higrotérmico”, permitiendo confeccionar recomendaciones de diseño aplicables en edificios de bibliotecas de nueva planta o renovaciones importantes a fines de optimizar su funcionamiento.

Para conocer cuál es el objetivo climático de conservación a alcanzar, se propone la adaptación del protocolo de monitorización descrito en bibliografía internacional para

determinar cuál es el clima histórico al que las colecciones se han aclimatado. Mediante el estudio de estrategias de acondicionamiento pasivo se detectan cuáles son las variables descriptoras de la envolvente que pueden incidir en el clima interior de los espacios habitables.

El modelo permite sistematizar el análisis y la optimización de la envolvente de los edificios de bibliotecas por medio del cumplimiento sucesivo de una serie de objetivos secundarios, que se estructuran en tres etapas metodológicas:

La ETAPA 1 tiene como finalidad instrumentar una herramienta de diagnóstico ambiental. Al finalizar esta etapa se obtiene como resultado un protocolo de registro y monitorización higrotérmico y el objetivo climático adecuado para cada colección de acuerdo a su historia climática.

En la ETAPA 2, se analiza, calcula y evalúa la envolvente de las salas biblioteca seleccionados como muestra, con el objetivo de describir sus características físicas y evaluar el desempeño higrotérmico.

La ETAPA 3 tiene como finalidad encontrar los factores más influyentes de la envolvente que inciden en la evaluación de desempeño higrotérmico. Se obtiene esta nueva información por medio de inferencias estadísticas que permiten cuantificar la dependencia de las variables. Finalmente, se propone el desarrollo de un modelo generalizable que va a permitir replicar el método en edificios culturales situados en climas templados.

De la operación del modelo en sus etapas comentadas, se obtienen fundamentalmente tres resultados: i) el objetivo climático, que es el punto de consigna de temperatura y humedad relativa para el que la colección se ha aclimatado en cada una de las estaciones del año previo; ii) para cada sala analizada se obtiene la evaluación del desempeño higrotérmico y la caracterización de la envolvente según descriptores comunes comparables; y iii) los factores más influyentes de la envolvente que inciden en el desempeño higrotérmico alcanzado.

El primer caso de estudio, compuesto por una muestra de 9 bibliotecas y 2 archivos en la Ciudad de La Plata, ha permitido detectar que las variables de la envolvente que más inciden en el desempeño higrotérmico de la muestra son la transmitancia térmica, la proporción de superficie vidriada en contacto con el exterior, la pesadez y el adosamiento entre las salas.

Estos resultados son útiles al momento de diseñar la envolvente de nuevos edificios de bibliotecas en esta ciudad, ya que teniendo en cuenta estas variables, el edificio puede acercarse de manera pasiva al mejor desempeño higrotérmico reduciendo la demanda de equipamiento de climatización.

En el segundo caso de estudio, se aplica la primera etapa del modelo para obtener el objetivo climático de invierno para dos salas en la Biblioteca de la Universidad de Sevilla, en España. La aplicación surge a partir del traslado de las colecciones a un nuevo edificio construido

especialmente para alojar una importante colección, y que cuenta con la tecnología necesaria para adoptar cualquier requerimiento climático. En la segunda sala se espera evaluar la necesidad de la utilización de un sistema de des-humidificación actualmente en funcionamiento.

El hecho de determinar el clima histórico de la colección, y obtener el objetivo climático específico, permite que el punto de consigna del nuevo sistema de climatización se ajuste al requerimiento de la misma.

A modo de conclusión, se señala que la investigación ha propuesto un modelo orientado a atender interrogantes habituales que se plantean sobre conservación preventiva desde la arquitectura.

Uno de estos interrogantes es cómo debería ser la envolvente que favorezca naturalmente el clima de conservación requerido para minimizar el daño a las colecciones, y para determinarlo se ha analizado en conjunto el efecto de distintos tipos de envolvente sobre diferentes grados de desempeño higrotérmico interior.

La metodología propuesta ha logrado cumplir con el objetivo principal, y el proceso ha producido logros intermedios, como la determinación de criterios de evaluación de desempeño, cálculo de variables significativas, y protocolos de monitorización adaptados, y herramientas de cálculo para determinación del objetivo climático que son necesarias para gestores de la conservación preventiva en bibliotecas.

Las herramientas producidas en el desarrollo de esta tesis permiten detectar estrategias de diseño aplicables a bibliotecas y archivos con fines conservativos, ubicados en clima templado.

Este estudio da inicio a diferentes líneas de investigación, como ser la replicación en otros tipos edilicios con demandas de conservación como museos, archivos y galerías aplicación en diferentes tipologías. Además, se espera cuantificar el efecto en el microclima de conservación de otras variables no evaluadas en la presente investigación.

ABSTRACT

Preventive conservation is the discipline responsible of providing the Cultural Heritage, an environment compatible with the needs of the goods that conform the collections.

Temperature and humidity are able to modify the environment and influence a group of agents of deterioration associated with the conservation of goods. Through the adaptation of the climate it is possible to limit the effect of incorrect temperature and humidity, and the development of pests. Extending the focus to the building containing the collections, it could limit physical forces and vibrations, water, light and ultraviolet radiation. In other words, with the exception of damage caused by human actions or natural disasters, optimizing the building's envelope and the microclimate, a significant effect can be exerted on the conservation of cultural property.

To maximize efforts in avoiding damage through preventive measures is beneficial as it allows extending the lifetime of the collections eluding the risk of loss, and the expense of performing restoration works once they have already been damaged. To achieve this goal, it is necessary to understand two important aspects: what is the appropriate climatic condition for each collection; and how it can be achieved minimizing the economic and energy resources of the institutions.

The objective of this research is the development of a model to detect the most influencing factors of a library envelope in its ability to reach indoor climatic conditions consistent with conservation, or what we call "hygrothermal performance". These most influencing factors make it possible to provide design guidelines applicable to new-building libraries or major renovations in order to optimize their operation.

In order to reach the conservation climate target, an adaptation of the monitoring protocol described in international bibliography is proposed to know the historical climate to which the collections are acclimatized. To detect how the envelope descriptors affect the interior climate of spaces, passive conditioning strategies are studied.

The model allows to systematize the analysis and optimization of the envelope of library buildings through the fulfillment of a series of secondary objectives, which are structured in three methodological stages:

The purpose of STAGE 1 is to implement an environmental diagnosis tool. At the end of this stage, the hygrothermal monitoring protocol and the climate target for each collection according to their climatic history are obtained.

In STAGE 2, the envelope of a selected sample of library rooms is analyzed, calculated and evaluated to describe the physical parts, the envelope, and to evaluate the hygrothermal performance.

STAGE 3 aims to find the most influencing factors of the envelope on the hygrothermal performance developed in STAGE 2. This new information is obtained through statistical inferences that allow quantifying the dependence of the variables. Finally, it proposes the development of a generalizable model that allow to replicate the method in different contexts.

From the operation of the model in the discussed stages, three main results are obtained: i) the climate target, which is the set point of temperature and relative humidity for which the collection has been acclimatized in each of the seasons of the previous year ; (ii) the evaluation of the hygrothermal performance and the characterization of the envelope according to comparable common descriptors are obtained; and iii) the most influencing factors of the envelope that affect the hygrothermal performance achieved.

The application of the model in the first case study: a set of 9 libraries and 2 archives in the city of La Plata, allowed to confirm that the most influencing factors of the envelope over the hygrothermal performance of the sample are thermal transmittance, glazing ratio, mass and attachment among other rooms.

These results are useful when designing the envelope of new library buildings in La Plata, since considering these factors will help the building to passively approach a better hygrothermal performance reducing the demand for air conditioning equipment.

In the second case study, the first stage of the model is applied to obtain the winter climate target for two rooms in the Library of the University of Seville, Spain. The application arises from the transfer of the collections to a new building specially designed to house this important collection, and is equipped with the technology that allows any climatic requirement. The second room has installed a de-humidification system that is presumed unnecessary, and the evaluation aims to verify it.

Determining the historical climate of the collection, and obtaining the specific climate target, allows to fix the set point of the new system of air conditioning to fit the requirement of the collection.

As a conclusion, it is pointed out that the research has proposed a model oriented to answer common questions about architecture origin from preventive conservation. One of these questions is how the envelope should be to naturally favor the climate of conservation required to minimize damage to the collections. To determine it, the effect of different types of envelope has been analyzed together with different degrees of interior hygrothermal performance.

The proposed methodology has succeeded in meeting the main objective, and the process has produced midway achievements, such as the determination of performance evaluation criteria, calculation of significant variables, and adapted monitoring protocols, and calculation tools for determining the climate target, that are necessary items for managers of preventive conservation in libraries.

This study generates different future lines of research, such as replication in other types of buildings with conservation demands, such as museums, archives and galleries in different types. In addition, it is expected to quantify the effect in the conservation microclimate of other variables not evaluated in the present investigation.



PRIMERA PARTE

1. INTRODUCCIÓN

En el apartado introductorio se presentan las motivaciones que impulsan este estudio, de manera de situar al lector en la temática. Luego de la justificación de la investigación y de la detección de las carencias en la bibliografía, se explicitan cuáles son las preguntas que intenta responder esta tesis.

Finalmente se resume la estructura del trabajo en una tabla para anticipar al lector acerca de su totalidad y facilitar la lectura, permitiendo situar cada capítulo en el contexto general.

1.1 Consideraciones previas

La presente investigación comienza en 2011 financiada por una beca doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) obtenida con la dirección de la Prof. Arq. Analía Gómez, con lugar de trabajo en el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable (LAyHS) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

La línea de investigación ha evolucionado en los 6 años transcurridos, y ha sido influenciada sustancialmente durante dos estancias de investigación en el exterior. El intercambio con investigadores de dos reconocidas universidades ha provocado el enriquecimiento de todo el proceso desde los objetivos hasta las conclusiones.

La primera estancia ocurre durante 6 meses en 2013 en el Grupo TEBE (Technology Energy Building Environment) perteneciente al Departamento de Energía del Politécnico de Torino, Italia. Bajo la tutoría del Prof. Marco Filippi, precursor en la investigación científica en el área del microclima en Patrimonio Cultural, participamos de actividades de campo en el Museo de Ciencias Naturales de Torino entre otros, y se asimilaron procedimientos, herramientas y variables de evaluación aún no contempladas. Esta movilidad fue posible gracias al programa Euro Tango II, Erasmus Mundus, concebida para alumnos de posgrado de universidades argentinas con destino a universidades europeas.

A partir de entonces, y gracias al perfil técnico propio del Politécnico, la investigación centrada originalmente en los bienes a conservar comienza a enfocarse en los procesos físicos que ocurren en los edificios a través de su envolvente.

La segunda movilidad, durante 6 meses entre 2016 y 2017 bajo la tutela de la Dra. Arq. Mercader Moyano, codirectora de esta tesis, tiene lugar en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Sevilla. La estancia de investigación fue posible gracias a la financiación por el Ministerio del Interior de la República Argentina, Programa Bec.Ar destinado a formar RR. HH de ciencia y tecnología en el exterior.

Este período en Sevilla, tiene como objetivo internacionalizar el estudio, que pasa de ser un análisis de casos local con resultados aplicables en La Plata, a un modelo generalizable con mayores posibilidades de replicación en diferentes contextos.

Las cuestiones antes mencionadas no quitan que este trabajo fue concebido para dar respuesta a un problema local, y para atender a las necesidades edilicias de los edificios que componen la UNLP, comunidad a la que pertenezco como alumna y docente-investigador.

1.2 Tema de la investigación

El fenómeno a estudiar es la envolvente arquitectónica como factor que influencia la *conservación preventiva de los materiales en las bibliotecas*. La elección de investigar sobre

bibliotecas, archivos y otros espacios de conservación del patrimonio histórico proviene de la persuasión de la importancia que tienen estas instituciones en el desarrollo personal y en el rendimiento académico de alumnos universitarios.

Las bibliotecas son, hoy como en sus orígenes, memoria colectiva viviente aún en tiempos de crecimiento exponencial y diversificación de fuentes de información que surgen a partir de la globalización. La biblioteca tiene la función de conservar y facilitar información a los usuarios, y es al mismo tiempo un sitio de agregación social, como las plazas y los centros comerciales; lugar de cultura, como los museos; infraestructura del conocimiento, como las escuelas y facultades; lugar de trabajo como las fábricas; es decir, es un lugar de vida en el sentido amplio del concepto (Muscogiuri 2009).

Las bibliotecas no dejan de ser un espacio necesario y en crecimiento permanente: el número de bibliotecas de más de 1000 m² se duplicó en España entre 2002 y 2006, y bibliotecas de ciudades americanas y europeas tienen horarios de apertura de 70 horas semanales (Agnoli 2009). Esto se explica fundamentalmente por tres razones: porque en la biblioteca se tiene ayuda del bibliotecario, que sabe dónde están las cosas; porque los estudiantes en la biblioteca tienen comodidades que pueden no tener en sus casas, como conexión a Internet, climatización, y encuentran compañeros para sociabilizar y obtienen el material de estudio e información de las cátedras; y la última razón es que los archivos digitales y las conexiones online son frágiles y las dificultades técnicas ocurren a menudo. Esto es lo que hace que las bibliotecas cobren relevancia como verdaderas plazas del saber, con o sin libros en papel (Agnoli 2011).

La principal fuente de información que podemos encontrar en bibliotecas es el libro de papel, y como todos los materiales orgánicos, envejece y se degrada inevitablemente. Los libros son costosos, y muchas veces imposibles de reponer debido a su valor histórico o económico. Los estudios que analizan las causas del degrado de los materiales están en manos de físicos, químicos y restauradores, y definen con el término conservación preventiva¹ a las medidas sobre el ambiente donde se alojan los documentos, de manera de retardar su natural degrado. Esta disciplina se aplica en museos, archivos, bibliotecas y en todos los ámbitos del Patrimonio Cultural.

Los especialistas establecen que los diez agentes de deterioro son (i) fuerzas físicas y vibraciones; (ii) robos y vandalismo; (iii) disociación o pérdida de información; (iv) fuego; (v) agua; (vi) las plagas; (vii) contaminantes; (viii) luz visible y radiación; (ix) temperatura incorrecta; y (x) humedad relativa incorrecta (Michalski 2009a, 2009b). Dejando de lado las

¹ Conservación preventiva – Todas aquellas medidas y acciones que tengan como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente un grupo de bienes, sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas – no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican su apariencia. ICOM-CC, XV Conferencia Triannual, Nueva Delhi, 22-26 de septiembre de 2008

acciones del hombre que, voluntariamente o no, puedan dañar las colecciones, y los desastres naturales, el control del clima interior va a ejercer un efecto significativo en la limitación de daños debidos a temperatura y humedad relativa incorrectas, plagas y contaminantes.

El aprovechamiento de los elementos favorables del clima por medio de la arquitectura misma para satisfacer las exigencias del confort térmico es lo que Bardou y Arzoumanian entienden por *bioclimatismo* (Bardou y Arzoumanian 1980) y a la vez alertan sobre el error de considerarlo como un modelo o género, ya que la propia definición de bioclimatismo excluye toda forma de modelo ideal universalmente aceptado. También Izard y Guyot se refieren al bioclimatismo como la ciencia que apela a satisfacer las exigencias térmicas mínimas del ocupante por medio de la arquitectura (Izard y Guyot 1980)

De esta manera, el método de diseño de edificios fundamentado en el estudio del clima permite proyectar edificios que se mantengan dentro del rango de confort de los ocupantes y así alcanzar un consumo nulo de energía suplementaria (Gonzalo y Nota 2003). La relación entre la envolvente y el confort climático interior de un recinto ha sido estudiada por diversos autores (Sendra et al. 2013; Suárez y Fragoso 2016; Pisello et al. 2014; Karmellos, Kiprakis y Mavrotas 2015; Ascione et al. 2016; Salvetti, Czajkowski y Gómez 2009; Blasco Lucas 2017), quienes afirman que no sólo es la primera medida de defensa frente al entorno, sino que sus características, definidas desde la instancia de proyecto, son determinantes en la demanda de energía en acondicionamiento del edificio en funcionamiento.

Las motivaciones que guían a la optimización de la envolvente para mejorar el microclima interior en recintos de conservación pueden agruparse en dos: según el edificio tenga o no equipamiento de climatización. Si el edificio es naturalmente ventilado, o tiene un equipamiento obsoleto fuera de funcionamiento, la optimización de la envolvente va a permitir mejorar las características climáticas interiores respecto de la conservación de las colecciones, y esto puede producir ahorro económico gracias a que no sería necesario restaurar los bienes. Además, cuando el acondicionamiento interior es vulnerado por cortes de energía durante picos de consumo, un edificio más resiliente va a prolongar la condición previa durante más tiempo, aun alcanzando hasta la reinstauración del servicio.

Si por el contrario el edificio tiene un equipamiento de control del microclima, la optimización va a permitirle reducir la magnitud del equipamiento y el espacio necesario para su instalación, reducir las horas de uso y consecuentemente el gasto de operación. La reducción en el consumo de energía convencional trae aparejado el ahorro en emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Los gases de efecto invernadero y CO₂, como residuos de actividades humanas, son causantes de la alteración en la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC 2014). Esta variación, denominada cambio climático, afecta a la salud pública, la seguridad

alimentaria e hídrica, la migración, la paz y la seguridad; y el desarrollo sostenible es la alternativa para hacer frente al cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y reforzar la resiliencia al clima (ONU 2015).

El ahorro de recursos que se propone en este trabajo es de utilidad en Europa, con interés en reducir el consumo de energía en edificios luego de asumir compromisos globales con el medio ambiente. Entre otros, estos compromisos son los 5 objetivos propuestos en la estrategia Europa 2020: empleo, investigación y desarrollo, clima y energía, educación, inclusión social y reducción de la pobreza (Comisión Europea 2014); a la que ya se incorpora el patrimonio cultural como factor social esencial para afrontar los retos planteados (Tera Saavedra 2014). Como así también los 17 objetivos² de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 (ONU 2015).

Por cualquiera de las dos motivaciones comentadas, a diferencia de los estudios que proponen estrategias pasivas de climatización para alcanzar el confort térmico de los ocupantes, la optimización a la envolvente que propone este estudio tiene como objetivo alcanzar las condiciones de conservación de los bienes alojados, con la dificultad de que estas condiciones no coinciden con los requerimientos de confort, las variables temperatura y humedad relativa no son mensurables sensorialmente, por lo que se requiere instrumentos de medición, y finalmente, porque los signos de deterioro son irreversibles, y las acciones preventivas deben efectuarse antes de que los signos se manifiesten de modo evidente.

Presentado el tema de esta manera, y a modo de resumen, el tema a investigar es *el efecto de la envolvente en los recintos de conservación, y su estudio para potenciar su efecto en beneficio de la conservación preventiva de los bienes que se guardan, y reducir o minimizar el uso de energía adicional en climatización.*

1.3 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es elaborar un modelo replicable que, basado en una muestra de estudio acorde a los objetivos, permita detectar los factores más influyentes de la envolvente de un edificio en el desempeño higrotérmico interior, según parámetros determinados por la conservación de los bienes que el edificio contiene. Los factores más influyentes constituyen recomendaciones de diseño para edificios de bibliotecas de nueva planta o renovaciones importantes.

² 1) fin de la pobreza; 2) hambre cero; 3) salud y bienestar; 4) educación de calidad; 5) igualdad de género; 6) agua y saneamiento; 7) energía asequible y no contaminante; 8) trabajo decente y crecimiento económico; 9) industria innovación e infraestructura; 10) reducción de las desigualdades; 11) ciudades y comunidades sostenibles; 12) producción y consumo responsable; 13) acción por el clima; 14) vida submarina; 15) vida de ecosistemas terrestres; 16) paz, justicia e instituciones sólidas; 17) alianzas para lograr los objetivos.

Para alcanzar este objetivo principal, se cumplen progresivamente objetivos secundarios a tal fin:

1. Monitorizar la muestra de edificios para conocer su desempeño;
2. Determinar una condición climática admisible para conservación;
3. Definir variables descriptoras de la envolvente de los edificios, comparables entre distintas salas de conservación;
4. Desarrollar un protocolo de evaluación del desempeño higrotérmico (DHT) basado en datos de monitorización;
5. Comprobar la asociación entre rasgos descriptores y las condiciones evaluadas;
6. Desarrollar un modelo de análisis basado en esta metodología.

1.4 Acerca del estado de la cuestión

El estado de la cuestión se compone de tesis doctorales y maestría, monografías y en mayor parte de publicaciones en revistas científicas. La especificidad e inter disciplina hacen que el volumen de bibliografía, abundante en lo respectivo a sustentabilidad, arquitectura y conservación del patrimonio, se reduzca drásticamente cuando la búsqueda se orienta a una combinación de las anteriores.

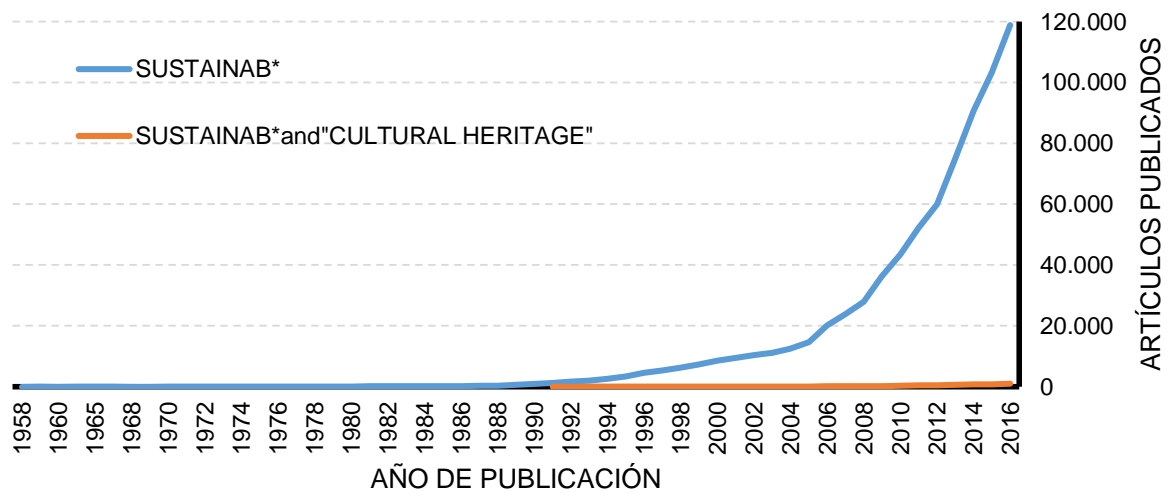


Figura 1-1. Publicaciones con criterio de búsqueda 1.

Los primeros textos referidos a la sustentabilidad aparecen a finales de la década del 50 y en el año 1990 se alcanzan más de 1000 publicaciones (Figura 1-1). A partir de entonces el crecimiento es exponencial superando en 2016, 120.000 artículos publicados en la temática. Si de este conjunto de publicaciones se seleccionan las que además versan sobre patrimonio cultural, se observa su surgimiento hacia 1991, con un crecimiento moderado, al menos en esta escala.

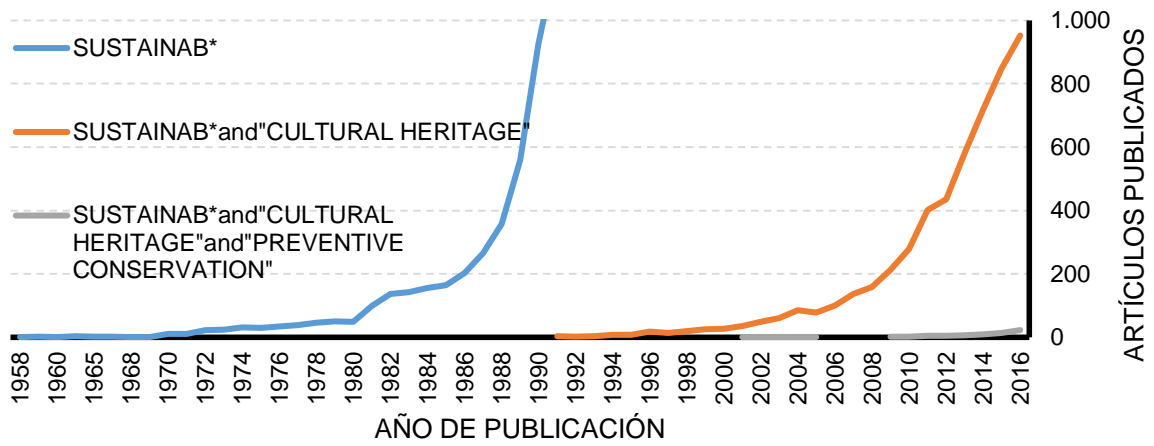


Figura 1-2. Publicaciones con criterio de búsqueda 2.

La Figura 1-2 muestra la misma información, pero con un eje de cantidad de publicaciones acorde a la disciplina “*cultural heritage*”, que es la denominación que se utiliza en inglés para referirse al patrimonio cultural; y en esta escala se aprecia asimismo un gran crecimiento sostenido e incrementado año a año a partir de 2009. Se incorpora en esta gráfica un tercer criterio de búsqueda que limita la temática a los textos de conservación preventiva: surgen después del año 2000 y no llegan a 50 unidades.

Al incorporar una limitación más a la búsqueda, el microclima de conservación, se observa que por ejemplo en 2016 sólo 10 artículos satisfacen esta condición, como se observa en la Figura 1-3. Con respecto a los países de origen de las publicaciones, se observa que Italia lidera el grupo, seguido por Bélgica, Reino Unido, Portugal y España.

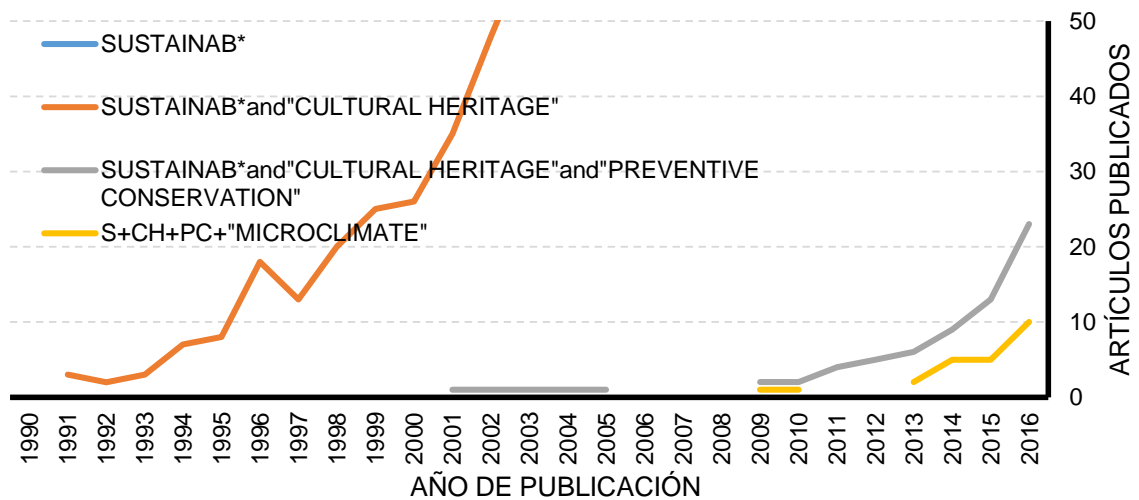


Figura 1-3. Publicaciones con criterio de búsqueda 3.

Este estudio cuantitativo aspira a mostrar que, si bien la temática ha sido profusamente estudiada por diversas disciplinas, no abundan investigaciones interdisciplinarias con resultados consistentes publicados. De esta manera se justifica la investigación sobre

microclimas para facilitar la conservación preventiva en edificios que alojan bienes culturales desde la perspectiva de la sustentabilidad.

1.5 Metodología propuesta

Para alcanzar este objetivo, la metodología que permitiría obtener un modelo para el análisis y optimización del ambiente de conservación por medio de intervenciones en su envolvente se estructura en etapas:

La ETAPA 1 tiene como finalidad resolver los objetivos referidos a la monitorización como herramienta de diagnóstico ambiental. Al finalizar esta etapa se obtiene como resultado un protocolo de registro y monitorización higrotérmico y el objetivo climático adecuado para cada colección de acuerdo a su historia climática.

En la ETAPA 2, se analiza, calcula y evalúan los casos que se toman como referencia para realizar posteriormente las inferencias. Este proceso se realiza tanto para describir las partes físicas, es decir, la envolvente, como para evaluar la condición interior climática.

La ETAPA 3 tiene como finalidad encontrar los factores más influyentes de la envolvente que inciden en la evaluación de desempeño higrotérmico desarrollados en la ETAPA 2. Esta nueva información se obtiene por medio de inferencias estadísticas y sus resultados son aplicables en condiciones análogas a los casos de referencia evaluados. Finalmente, se propone el desarrollo de un modelo generalizable que va a permitir replicar el método en diferentes contextos.

1.6 Contenido de la tesis

La investigación que se presenta tiene como objetivo la elaboración de un modelo cuya función es la de detectar los factores más influyentes de la envolvente que inciden sobre el rendimiento higrotérmico resultante en su interior para, en base a una serie de edificios de referencia, encontrar pautas de diseño para un nuevo edificio. Para lograr este objetivo se elabora una metodología que, mediante técnicas nuevas y existentes logra progresivamente alcanzar los objetivos instrumentales y el objetivo principal.

La exposición del trabajo se realiza mediante la organización en 3 partes, con la intención de permitir al lector aproximarse a la temática de lo general a lo particular, cerrando en cada uno de ellos con claridad la motivación inicial y el resultado obtenido.

La primera parte contiene los capítulos 1 a 4, que muestran un acercamiento al tema a través de sus fundamentos y referencias. La segunda parte es el desarrollo central de la investigación y en ella se explica el modelo propuesto en los capítulos 5, 6 y 7. Finalmente la tercera parte muestra la aplicación del modelo en un caso de estudio en Argentina y uno en España junto con las conclusiones y anexos informativos.

El primer capítulo es introductorio y explica el contexto en el que se desarrolla la tesis, cuál es el estado de avance de las investigaciones en el área, qué preguntas motivan la investigación, cuál es el esquema metodológico que se propone y un resumen de la misma.

El segundo capítulo denominado Estado de la cuestión, muestra los hitos principales en la disciplina clasificados por objetivo secundario a cumplir. De esta manera se muestra una revisión bibliográfica completa que permite delimitar el nicho con las carencias de conocimiento en el área, necesario para responder a las preguntas planteadas. En este apartado se definen los conceptos principales que se utilizan para discutir la problemática y la normativa internacional existente sobre la temática.

En el capítulo 3 se explicitan los objetivos. El objetivo principal, fin último de la investigación, y los objetivos secundarios, que progresivamente instrumentan el cumplimiento del principal.

El capítulo 4 define el esquema metodológico a utilizar y las etapas del mismo proponiendo un orden dialéctico entre el objetivo a cumplir (*qué se realiza*) y la herramienta utilizada (*cómo se realiza*) para elegir los casos de estudio, para seleccionar las variables a estudiar, para establecer asociaciones y para elaborar los resultados y las pautas de diseño.

En el capítulo 5 se ponen práctica los métodos presentados para el desarrollo de la Etapa 1 del modelo llamado "Monitorización"; el capítulo 6 desarrolla la Etapa 2 denominada "Cálculo y evaluación" de las variables, y el capítulo 7 profundiza la Etapa 3 de "Inferencias y modelización".

En el capítulo 8 aplica las 3 etapas al caso de estudio de las Bibliotecas de la UNLP, y el capítulo 9 aplica el procedimiento propuesto en la Etapa 1 al caso de estudio de Sevilla, localidad en Clima Templado en Europa.

En el capítulo 10 las conclusiones se refieren tanto a dar respuesta a las preguntas formuladas como a reflexiones sobre la pertinencia de la metodología utilizada, y también se plantean líneas de investigación a futuro derivadas de los resultados.

La bibliografía se realiza según el estilo ISO-690, seguida de las tablas e índices de figuras, tablas y ecuaciones. Luego se da lugar a los apéndices, en los que se reproduce la información recolectada que sustenta el análisis de la tesis, y las fichas identificativas de cada institución y los resultados del monitoreo higrotérmico de cada campaña.

A continuación, la Tabla 1-1 muestra un resumen esquemático con la estructura de la tesis, en la que se explicita brevemente el objetivo de cada capítulo de la tesis, la metodología utilizada para resolverlo, y su resultado.

Tabla 1-1. Resumen esquemático de la investigación.

	CAPÍTULO	OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADO
PARTE 1	CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	Introducir al lector en el tema sobre el que se investiga, explicar las motivaciones y la importancia del tema.	Descripción del marco teórico y resumen de la investigación.	Se acaba por delinear el objetivo, que se resume en reconocer las características de la envolvente que tienen incidencia en la temperatura y la humedad relativa como variables que influyen en la conservación preventiva de las colecciones.
	CAPÍTULO 2 ESTADO DE LA CUESTIÓN	Recabar los últimos estudios que mediante publicaciones hayan incorporado nuevos conocimientos a la disciplina.	Búsqueda y análisis en bibliotecas y bases de datos de revistas científicas.	Existe bibliografía sobre el efecto del clima interior motivado al ahorro energético; sobre las metodologías para evaluar la calidad de los espacios de conservación. Se encuentran ambigüedades y ausencia de respaldo empírico en cuanto a recomendaciones sobre envolventes para espacios de conservación.
	CAPÍTULO 3 OBJETIVO	Explicitar el propósito de la investigación.	En base a las carencias detectadas en el estado del arte se propone una meta.	De manera precisa y unívoca se detalla el objetivo y limitaciones de la investigación, y se describen 6 objetivos instrumentales necesarios para su cumplimentación.
	CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA	Describir los objetivos proponiendo el medio por el que se espera arribar a su cumplimiento.	Estructuración en etapas y descripción de las herramientas a utilizar.	El esquema metodológico dispone de 3 etapas: monitorización, cálculos y evaluación, y resultados y modelización, en cada una de ellas se cumplen dos objetivos. Al finalizar el último, se entiende que se han desarrollados todas las instancias necesarias para alcanzar el objetivo principal de la investigación.
PARTE 2	CAPÍTULO 5 ETAPA 1: MONITORIZACIÓN	Satisfacer OBJETIVO 1: Monitoriar la muestra de edificios para conocer su desempeño	Desarrollo de un protocolo de monitorización.	Metodología de evaluación de la calidad higrotérmica en museos, archivos y bibliotecas. Criterios para elección del instrumental y selección de intervalos de monitorización y sitios idóneos para colocar el instrumental.
		Satisfacer OBJETIVO 2: Determinar una condición climática admisible para conservación	Aplicación de la norma 15757 con variaciones para la determinación del Objetivo Climático (OC)	Desarrollo de un proceso de automatización para calcular el OC, basado en bibliografía, normas y aporte de criterios propios.
	CAPÍTULO 6 ETAPA 2: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	Satisfacer OBJETIVO 3: Definir descriptores de los edificios que puedan conformar indicadores simples y comparables entre distintas salas de conservación	Argumentación de las variables mediante hipótesis. Elaboración de variables y delimitación de indicadores.	Descripción de 9 hipótesis de incidencia de envolvente en el microclima de conservación. Procedimiento de cálculo para cada una de las variables adoptadas y propuesta de indicadores.
		Satisfacer OBJETIVO 4: Desarrollar un protocolo de evaluación higrotérmica basado en los datos del monitoreo	Definición de índices de desempeño higrotérmico. Definición de márgenes de admisibilidad de desempeño higrotérmico.	Posición, Resiliencia y Comportamiento como índices que permiten evaluar el Desempeño Higrotérmico (DHT). Adopción de valores límite y criterios de calidad para espacios de conservación, en escala continua y discreta.
		Satisfacer OBJETIVO 5: Comprobar la asociación entre rasgos descriptores y las condiciones evaluadas	Análisis de inferencia estadística.	Análisis de asociación entre variables, mediante pruebas estadísticas como la V de Cramér, correlación lineal de Pearson, regresión lineal, método de los "grados día".
	CAPÍTULO 7 ETAPA 3: INFERENCIAS Y MODELIZACIÓN	Satisfacer OBJETIVO 6: Desarrollar un modelo de análisis basado en esta metodología.	Conformar un modelo replicable en otros climas y usos.	Automatización de los procedimientos para incorporar precisión y velocidad al análisis.
CAPÍTULO 9 CASO DE ESTUDIO ARGENTINA	Obtener pautas de diseño basadas en resultados de casos existentes para una biblioteca de nueva planta en La Plata, Argentina.	Desarrollo de las Etapas 1, 2 y 3 del modelo.	Obtención de los factores descriptores de la envolvente más influyentes para su aprovechamiento y aplicación en nuevos edificios.	
PARTE 3	CAPÍTULO 8 CASO DE ESTUDIO SEVILLA - ESPAÑA	Determinar del Objetivo Climático de una colección, para adoptar en base a su historia climática una nueva configuración del equipamiento de climatización.	Desarrollo Etapa 1: Análisis de datos colectados por la Institución.	Se determina el OC de dos salas en la Real Fábrica de Tabacos.
	CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES	Evaluar de los resultados del método de investigación en base a su pertinencia para satisfacer los objetivos.	Valoración de la eficacia del método para responder a las preguntas que motivaron la investigación.	Se analiza desde el punto de vista de los casos de estudio, de la relevancia para la disciplina y de las líneas de investigación abiertas.
	REFERENCIAS	Permitir al lector la recuperación de la información comentada, y respaldar los argumentos utilizados.	Se utiliza el estilo de referenciación ISO-690.	-
	TABLAS	Localizar complementos gráficos del texto.	Índice de tablas y ecuaciones.	-
	ANEXOS	Información cruda que permita replicar los cálculos.	Elaboración de tablas e informes.	-

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En el presente capítulo se describen las investigaciones realizadas y publicadas en los últimos años y hasta la actualidad, sobre el tema que se investiga. El objetivo de esta revisión bibliográfica es conocer e interpretar el límite del conocimiento en la materia. Esto permite plantear objetivos novedosos, que permitan conocer áreas inexploradas, y a satisfacer necesidades reales de la disciplina; a la vez que se evita investigar un tema extinto.

Un adecuado análisis del estado del arte permite discutir los resultados con estudios análogos en otras áreas y así llegar a conclusiones más relevantes. El apartado se estructura en la definición de los conceptos básicos a los que se va a referir; antecedentes de la disciplina; estado del arte propiamente dicho; y conclusiones acerca de la revisión realizada.

2.1 Definición de los conceptos utilizados

2.1.1 Conservación preventiva

En primer lugar tomaremos la definición propuesta por Gaël de Guichen en la revista *Museum Internacional* (de Guichen 1999) “*la conservación es toda actividad humana directa o indirecta encaminada a aumentar la esperanza de vida de las colecciones intactas y de las deterioradas*”. Esta distinción abre un nuevo frente de diferenciación: así como la medicina curativa actúa sobre individuos que padecen algún tipo de enfermedad, la conservación curativa se ocupa de los objetos del patrimonio que pueden perderse a causa de un elemento destructor activo: insectos, moho, sales, o hasta el peso propio de una pieza. Mientras que la medicina preventiva se ocupa de la atención primaria de individuos sanos para evitar la enfermedad, la conservación preventiva actúa sobre todos los objetos del patrimonio, independientemente de su estado, para evitar el efecto de deterioro progresivo originado por causas naturales o humanas.

Esta definición se complementa con la del Consejo Internacional de Museos (International Council of Museums ICOM) (ICOM-CC 2008) que indica que la conservación preventiva incluye a todas aquellas medidas y acciones que tienen como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas y se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente un grupo de bienes, sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas, es decir que no se aplican sobre los materiales y las estructuras de los bienes, y no modifican su apariencia.

De Guichen explica que el plan de conservación preventiva en las instituciones públicas y privadas es un proyecto que engloba a todos los actores implicados en el patrimonio de un establecimiento, y que prevé la aplicación concertada de medidas directas e indirectas que han sido definidas con precisión y están encaminadas a prevenir las causas naturales y humanas del deterioro de las colecciones, a fin de aumentar su esperanza de vida y garantizar la difusión del mensaje que contienen (de Guichen 1999). El rol del diseñador del “*contenedor*” está implícitamente incluido en la función de ejecutar medidas de protección al patrimonio, y el arquitecto debe estar a la altura de la circunstancia.

2.1.2 Daño químico, mecánico y biológico

La humedad relativa está relacionada con muchos mecanismos que afectan a la conservación del patrimonio cultural: los ambientes secos adquieren mayor ingreso de polvo y aumentan los depósitos electrostáticos, mientras que en ambientes húmedos aumentan la reactividad química de contaminantes gaseosos. La humedad relativa tiene un efecto sinérgico con la luz y la temperatura, que aceleran el descoloramiento y la fragilidad. Los cambios y fluctuaciones de temperatura y humedad provocan cambios físicos irreversibles en los materiales y esto no siempre es perceptible al ojo humano.

Concretamente, la temperatura y la humedad relativa pueden conducir a tres tipos de daños. Estos son daño biológico, que ocurre cuando la temperatura y la humedad relativa viabilizan el desarrollo de seres vivos; el daño mecánico, que está relacionado con las oscilaciones en la humedad relativa (aunque también la temperatura), que causan que los materiales se contraigan y se expandan; y por último el daño químico, que se asocia a la velocidad con la que se desencadenan las reacciones de los procesos químicos que están influenciados por la temperatura y la humedad (Martens 2012).

Respecto del daño biológico, para el desarrollo de microorganismos deben ocurrir tres efectos simultáneos: temperatura, humedad y un sustrato que actúe de alimento. Michalski indica que la humedad relativa inferior a 60% impide el desarrollo de moho, mientras que por encima de 75% es peligrosa. Pavlogeorgatos (2003) pone como límite el 70%. Beuchat (1987) halla que el ADN del moho colapsa por debajo de 55% de humedad, sin embargo, una vez que se encuentran activos, los microorganismos son capaces de modificar su entorno según sus necesidades, y pueden absorber grandes cantidades de humedad, por lo que un ascenso de humedad, aunque sea por breves momentos, puede ser peligroso. Para eliminar el moho activo, es necesario mantener la humedad relativa por debajo de 55% durante, al menos, un mes.

Las fuerzas exteriores aplicadas a los materiales hacen que éstos cambien sus dimensiones. Cuando los elementos no tienen libertad de movimiento, la tensión generada por encima del límite elástico, se traduce en deformaciones permanentes. Para preservar la colección del daño mecánico se debe evitar la fractura de las fibras y las deformaciones de los elementos.

Los procesos químicos se desencadenan mediante agua y calor, y cuanto más agua se acumule en las superficies, más se incrementan las reacciones (Mecklenburg, Tumosa y Erhardt 2006; Mecklenburg, Tumosa y Erhardt 1994). Limitar la humedad y bajar la temperatura es una opción para detener el daño químico. El daño químico es el causante de la acidificación y del envejecimiento del papel, que lo debilitan a pesar de ser efectos muy lentos.

2.1.3 Desempeño higrotérmico

Se utiliza el concepto de desempeño higrotérmico (DHT) para calificar la aptitud de un espacio de guarda para proveer condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa. En la determinación del desempeño inciden tres variables principales: el índice de posición (IP) que representa la cualidad de permanecer dentro de un rango predeterminado como “de conservación”; el índice de resiliencia (IR) que valora la amplitud de las variaciones de temperatura y humedad relativa en un período de tiempo dado; y el índice de comportamiento, (IC) que se obtiene a partir de valorar equitativamente las dos anteriores.

Los índices de desempeño higrotérmico: IP, IR e IC, pueden tomar valores continuos ($0 < ID < 1$) o discretos (regular/satisfactorio). El método de cálculo y los umbrales límite de admisibilidad se explican con mayor detalle en el Capítulo 6.

2.2 Antecedentes

Una de las primeras y más difundidas publicaciones al respecto del ambiente de conservación es El museo y su entorno (Thomson 1978), cuyo autor fuera el conservador responsable de la National Gallery de Londres. Su tesis apunta a actuar principalmente sobre tres elementos para prevenir el degrado: la luz, la humedad relativa y la calidad del aire. Como se refiere a colecciones de museos, la luz es el medio que permite la comunicación de las obras. Sin embargo, la luz como fuente de energía tiene una componente térmica y de radiación que el autor advierte.

Con respecto a la humedad relativa, Thomson establece que como máximo debe alcanzar el 65% teniendo en cuenta de que en 70% existe la posibilidad de que se desarrollen mohos. Como mínimo, y con motivo del riesgo de resquebrajamiento de las hojas de papel, propone 45% de humedad relativa. Luego de determinar el rango sugiere la selección de un valor dentro del mismo y “*mantenerse fija de día y de noche, en invierno y en verano, en tiempo seco o húmedo*” (Thomson 1978). Igualmente, recomienda no alejarse del 50% a 55%, tolerando una variación de 4 o 5%, derivada de la precisión que otorgan los equipos de climatización, aunque admite que no cuenta con estadísticas suficientes como para determinarlo a ciencia cierta (1998, p. 118). Martens (2012) indica que dicho 50% deriva de la HR media anual europea y que fue propuesta por el hecho de acercarse a la condición natural, pero no por ser adecuada para las colecciones.

Thomson no considera a la temperatura como una variable de riesgo en sí misma, sino como factor que incide en la humedad relativa de una mezcla de aire húmedo determinada. Entonces, explica mediante un diagrama psicrométrico el efecto que produce la modificación de la temperatura de una mezcla determinada de aire y vapor de agua entre 15° y 25°C en la humedad relativa resultante.

Esta publicación de Thomson ha alcanzado una difusión extrema, y uno de los motivos es sin duda el hecho de que el autor explica los procesos de deterioro de manera clara y sencilla, permitiendo su comprensión por el conjunto de trabajadores de museos. Lo que muchos otros autores luego penalizan, que es la prescripción de valores límite estándares sin argumentos científicos, es el mismo motivo por el que se presume que ha encontrado tanta aceptación: la comunidad de profesionales estaba ávida de contar con criterios unívocos que respalden los planes de conservación. Tal es así que aún hoy se menciona la regla “20/50” en alusión a la recomendación de Thomson de sostener 20°C y 50% durante qtodo el año.

Con respecto a la rigurosidad de clima en museos, Artigas (2007) investiga acerca de la eficiencia de distintos sistemas de acondicionamiento para museos emplazados en Edificios históricos. Su estudio se centra en el equipamiento, sin profundizar en el efecto de la envolvente como amortiguador del clima exterior.

El trabajo de George Martin Cunha como fundador del Centro de Conservación de Documentos del Nordeste de los Estados Unidos (Northeast Document Conservation Center, NEDCC) constituye una referencia muy difundida gracias a su enfoque tanto popular como institucional de la conservación del material de bibliotecas. En su publicación más célebre, (Cunha 1988), afirma que para llevar adelante un plan de conservación preventiva satisfactorio, es necesario contar con un método sistemático para observar y registrar el estado de las colecciones y del medio ambiente en el que se hallan. Para esto propone el registro de la temperatura y la humedad a lo de períodos prolongados, y el relevamiento de los sistemas de calefacción, aire acondicionado, la limpieza, el peligro de incendio, y la seguridad.

Según su perspectiva, es más sensato invertir en el control ambiental, la iluminación, la limpieza, el archivo, la protección contra incendios y sistemas de seguridad que pasar por alto estos asuntos y pagar más adelante un precio más elevado por reparar documentos perjudicados. Su trabajo propone la supervisión de los bienes y el entorno por medio del registro en papel de encuestas elaboradas en cada uno de los recintos.

El trabajo de Bell y Faye (Bell y Faye 1980) tiene el objetivo de asistir a arquitectos y archivistas a buscar soluciones inherentes a los edificios de archivos y su equipamiento especial. La zona subtropical plantea desafíos para los que se proponen soluciones constructivas y funcionales. Si bien las pautas climáticas para las que realizan sus propuestas no son exactamente las del clima templado donde se sitúan los casos de estudio, tienen más afinidad que la bibliografía convencional que está orientada a aplicaciones propias de climas fríos. Con respecto a los criterios de conservación, ellos proponen límites de temperatura y de humedad relativa en condiciones óptimas, de tolerancia, con riesgo de desecamiento, con riesgo de proliferación de moho y hongos y las condiciones adecuadas para fotografías y microfilm.

En la década de 1980 la Región Italiana del Piamonte encarga a un grupo de investigadores del Politécnico di Torino la elaboración de una metodología para intervenir en la conservación de más de 160 instituciones de la región. Dicha metodología incluye un cuadro de referencia de las condiciones de conservación óptimas para temperatura y humedad relativa, así como para iluminación y dosis lumínica. Con el avance de la investigación continua, simplifican el universo de objetos a 34 categorías para las que analizan, basándose en una revisión bibliográfica exhaustiva, las condiciones recomendadas por cada una de las instituciones consultadas. En el trabajo se muestran diagramas de frecuencia relativa con los valores de

humedad relativa recomendados por la bibliografía, y utilizando los intervalos propuestos por el proyecto de norma Italiana (Aghemo, Filippi y Prato 1994, 1996).

Años más tarde, este grupo trabajaría sobre la redacción de las normas italianas sobre Condiciones climáticas para ambientes de conservación de documentos gráficos y características de los alojamientos (UNI 1997); sobre las Condiciones ambientales de conservación, mediciones y análisis de Bienes de interés histórico y artístico (UNI 1999); sobre Principios generales para la elección y el control del microclima para conservación de bienes culturales en ambientes interiores (UNI 2002); sobre Medición en campo de la temperatura del aire y de la superficie de los artefactos (UNI 2004) y Medición en campo de la humedad del aire (UNI 2005).

La riqueza patrimonial de Italia va a provocar la gesta de un sinfín de nodos de investigaciones al respecto de la preservación cultural, y en menor medida en el resto de Europa, ya que es un atractivo turístico del que depende gran parte de su economía (Martínez-Molina et al. 2016). Otro de estos grandes focos se encuentra en Padova, en el Véneto italiano, cuyo referente es el físico Dario Camuffo, experto en física de la atmósfera, conservación de bienes culturales y cambio climático. Su trabajo desde el punto de vista teórico (Camuffo 1998) es una obra de referencia en lo que concierne a clima y fluido dinámica, mediciones en campo, y efecto del clima en superficies expuestas a la intemperie. Desde el punto de vista de la investigación, junto a las publicaciones de su equipo marcado tendencia a través de estudios de casos y desarrollos innovativos (Camuffo et al. 2002).

Arsenio Sánchez Hernampérez, conservador de la Biblioteca Nacional de España, planteaba ya en 1993 el dilema entre la corriente intervencionista, orientada a reparar el daño acaecido, y la corriente conservacionista, enfocado a prevenir el daño, que es, claramente la tendencia que él prefiere (Sánchez Hernampérez 1993) También alerta sobre el efecto del calor y la humedad relativa en el deterioro del papel de las bibliotecas (1996). Promulga la idea de que toda biblioteca debe tener un plan de conservación preventiva mínimo, y propone métodos prácticos para implementarlas (1999).

A partir de 1990, Analía Gómez, miembro del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) de la FAU UNLP crea la línea de investigación en Sustentabilidad en Edificios de Archivos, Museos y Bibliotecas, mediante el estudio, control y evaluación del medioambiente de conservación en diferentes espacios de la Ciudad de La Plata y Gran Buenos Aires. La incorporación de los protocolos de evaluación del Getty Conservation Institute (GCI), la adquisición de normativa internacional (Normas UNI), y el relevamiento y auditoría de espacios existentes con instrumental de precisión se le atribuye a su grupo. Su aporte incluye la aplicación de estrategias de acondicionamiento pasivo para la reducción de la humedad relativa en los recintos de conservación (Gómez, Corredera y Ugarte 2005; Gómez 2003; Gómez y Reissig 2008). Las estrategias consisten en la incorporación de rejillas de ventilación o cámaras de

extracción de aire con forzadores eólicos. En este grupo se gesta la presente investigación, ya como Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable desde 2009.

Maekawa y Toledo presentan una serie de aplicaciones de estrategias pasivas de acondicionamiento en museos y archivos en Brasil, en localidades con clima templado húmedo. En un museo etnográfico en el norte brasileño, caracterizado por tener un clima cálido y húmedo, desarrollan un mecanismo de ventilación forzada con mínimo requerimiento de aire acondicionado que les brinda condiciones de conservación adecuadas con una reducción sustancial del consumo de energía en climatización (Maekawa y Toledo 2011). Con el mismo criterio, instalan un mecanismo de ventilación en Río de Janeiro, en la casa museo del escritor Rui Barbosa (Maekawa et al. 2011).

Nuevamente en La Plata, se desarrollan guías y pautas de conservación preventiva aplicadas a bibliotecas y archivos, desde lo relativo al cuidado de las colecciones y su entorno, pero no concretamente sobre cuestiones relativas a la arquitectura (Bergaglio y Pené 2009).

AÑO	AUTOR	PUBLICACIÓN
1978	Thomson, G.	El museo y su entorno 1a. Ed.
1998	Thomson G.	El museo y su entorno 2a. Ed.
1980	Bell, L.; Faye, B.	La concepción de los edificios de archivos en países tropicales
1988	Cunha, G.	Métodos de evaluación para determinar las necesidades de conservación en bibliotecas y archivos: estudio del RAMP
1994	Aghemo, C.;	<i>Ricerca bibliografica comprata sulle condizioni termoigrometriche per la conservazione delle opere d'arte</i>
1996	Filippi, M.;	<i>Condizioni ambientali per la conservazione dei beni di interesse storico e artistico: ricerca bibliografica comparata</i>
1996	Prato, E.	
1998	Camuffo, D.	<i>Microclimate for cultural heritage</i>
1993	Sánchez	La conservación en archivos y bibliotecas : problemática y perspectivas
1996	Hernampérez,	Variables de deterioro ambiental: humedad relativa y calor
1999	A.	Políticas de conservación en bibliotecas
2001	Romero, S.	La arquitectura de la biblioteca: recomendaciones para un proyecto integral
2003	Gómez, A.	Evaluación del comportamiento higrotérmico en áreas de reserva y conservación de bienes culturales
2004	Pintado Antúnez	Conservación preventiva en archivos y bibliotecas
2007	Artigas	Costo y eficiencia de configuraciones climáticas en museos
2008	Tacón Clavaín, J.	La conservación en archivos y bibliotecas prevención y protección.
2010	Muiña Álvarez et al.	Conservación preventiva y plan de gestión de Desastres en archivos y bibliotecas
2012	Martens, M.	Climate risk assessment in museums
2013	Simancas Alarcón, L.	Intervenciones en edificaciones objeto de cambio de uso. Bibliotecas públicas de la provincia de Barcelona

Tabla 2-1. Antecedentes bibliográficos.

En España existe una gran tradición de investigación e innovación en la Conservación Preventiva en bibliotecas, orientada a la manipulación y organización de espacios (Muiña Álvarez, Hidalgo Brinquis y Argerich Fernández 2010; Pintado Antúnez 2004). También existen referencias sobre el análisis de los factores de deterioro y las mejoras posibles para reducir el impacto del deterioro, específicamente en archivos y bibliotecas (Tacón Clavaín

2008); y orientadas a la arquitectura, recomendaciones para proyecto (Romero 2001), e investigaciones acerca de la rehabilitación de edificaciones que cambian su uso para la creación de bibliotecas públicas en Barcelona, situación que se da en 20 casos entre 1994 y 2002 (Simancas Alarcón 2013), sin embargo no se hallan referencias acerca del efecto del edificio como envolvente y su rol en la conservación.

Durante la última década el volumen de investigaciones se incrementa, como muestra la Tabla 2-1, y la tendencia de cambio comienza a virar hacia una visión más dinámica y reflexiva, ya no se buscan condiciones de conservación perfectas sino niveles adecuados que las instituciones puedan sostener en el tiempo con sus propios recursos. A continuación, se describe el estado del conocimiento en la materia, lo que va a permitir delinear lo que ya se sabe del tema y aislar lo que se pretende conocer.

2.3 Estado de la cuestión de los objetivos propuestos

Para cada uno de los objetivos que se proponen a priori, se realiza una búsqueda bibliográfica para ajustarlos según los hallazgos de las últimas publicaciones. Se agrupan a continuación por etapa y por subtema.

2.3.1 Monitorización

La monitorización es el eje de la primera etapa metodológica de esta investigación. Por este motivo se comentan a continuación los trabajos más influyentes y novedosos sobre la aplicación de esta técnica con diferentes objetivos relacionados con la conservación preventiva, y la incidencia de la temperatura y la humedad relativa en el microclima de conservación.

Por qué monitorizar

Los objetos del patrimonio cultural deben contar con un entorno adecuado que favorezca su conservación, y la temperatura y la humedad relativa, como se comentaba anteriormente, constituyen dos aspectos importantes de este entorno. El control de los niveles y variabilidad de estas propiedades del aire reduce el riesgo de deterioro y es una medida preventiva importante para minimizar la necesidad de futuras intervenciones de conservación.

Este efecto ha sido comprobado por diferentes grupos de investigadores que han basado sus estudios sobre deterioro y control medioambiental en resultados de campañas de monitorización, que se desarrollan en el apartado “Trabajos basados en monitorización para conservación preventiva”.

Por otra parte, existen normativas internacionales formuladas por expertos que aportan lineamientos sobre los procedimientos y parámetros de evaluación de los ambientes de conservación. Las metodologías que proponen las normas están orientadas a limitar los daños físicos causados por el clima a los materiales higroscópicos, como, por ejemplo, el papel. Las mediciones se deben realizar sobre el entorno climático con los procedimientos adecuados

para la medición de la humedad del aire, y los instrumentos deben contar con algunas características mínimas para tal fin. Sobre estos asuntos se profundiza en el apartado a continuación.

Normativa sobre monitorización

Las normativas son documentos que guían distintos tipos de procesos con eficiencia y seguridad. La confección de normas es un procedimiento prescriptivo complejo ya que para su desarrollo se requiere del consenso de las leyes y de un grupo de consultores. El grupo de consultores debe estar compuesto de expertos en la materia, que deben argumentar y justificar cada instancia de la norma según el estado del arte. Estos documentos aglutinan referencias que responden a determinadas necesidades de las empresas y la sociedad.

Las normas que se comentan a continuación han sido promulgadas por el Ente Italiano de Normalización (UNI), por el Comité Europeo de Normalización (CEN); por la Sociedad de Ingenieros en Calefacción y Aire Acondicionado (ASHRAE); y por la Institución Británica de Normas (British Standards Institution, BSI).

AÑO	NORMA	TEMA
1997	UNI 10586	Condiciones climáticas y características de los espacios de conservación de documentos.
1999	UNI 10829	Medición y análisis de las condiciones ambientales de conservación
2010	EN 15757	Especificaciones de T y HR para limitar deterioro.
2010	EN 15758	Procedimientos para medir temperatura
2011	ASHRAE Handbook	Clases de control y oscilaciones de T y HR convenientes
2012	EN 16242	Procedimientos para medir humedad
2012	PD 5454	Guía para exhibición y almacenamiento de colecciones
2012	PAS 198	Condiciones ambientales para colecciones culturales

Tabla 2-2. Normativa internacional sobre T y HR en conservación.

Las Norma Italianas se denominan Normas UNI, y la norma 10586:1997 (UNI 1997) sobre condiciones climáticas para ambientes de conservación de documentos gráficos y características de su alojamiento, actualmente vigente, tiene como objetivo definir los parámetros microclimáticos para los ambientes de conservación de documentos gráficos.

Para los depósitos indica que la temperatura debe encontrarse dentro del margen de 14^o y 20^oC y la humedad relativa entre 50% y 60%. Con oscilaciones estacionales de 2^oC y 5%. En locales de consulta la temperatura debe estar comprendida entre 18^o y 23^oC y la humedad relativa entre 50 y 65%. Luego de determinar estas condiciones, en los anexos informativos la norma indica cómo registrar estas condiciones y alerta sobre cuestiones propias del procedimiento de monitorización, y cuál es el instrumental idóneo para realizar monitorizaciones ambientales.

La norma UNI 10829:1999 (UNI 1999) sobre condiciones ambientales de conservación, medición y análisis, recomienda el control del ambiente para limitar la velocidad de los procesos de degradación que atentan contra la conservación. Para este fin, describe una metodología para la medición en campo de la temperatura, la humedad relativa y la iluminación, y propone un modo de presentación y síntesis para facilitar su evaluación posterior. El procedimiento incluye una primera fase, de medición puntual en nodos determinados por una grilla de 5 m. de lado y 1.50m de altura. A partir de los resultados de la primera fase, se delimitan zonas en las que la diferencia entre la temperatura y la humedad relativa registrada es menor a 2°C y 5% respectivamente. El centro de cada una de esas zonas es el punto recomendado para realizar la medición en continuo, correspondiente a la Fase 2.

Las mediciones en continuo tienen el fin de identificar las variaciones horarias, diarias o estacionales, mediante registros horarios por tiempo prolongado que vendrá dado por el objetivo a alcanzar. Para un diagnóstico completo, la Norma establece que el programa de medición tenga una duración de un año, o un mes en cada una de las estaciones del año cuando las condiciones ambientales externas no varían rápidamente. Para controlar problemas puntuales relacionados con períodos específicos, puede adoptarse un intervalo más breve, de al menos 15 días. Adicionalmente, la norma provee de valores de referencia para ser adoptados en caso de no existir un criterio específico para la colección, y para objetos de papel, como el material que guardan las salas del caso de estudio, recomienda un valor de temperatura entre 18 y 22°C y 40 a 55% de humedad relativa. Además, establece una amplitud máxima diaria de 1,5°C para temperatura y 6% para humedad relativa.

Las Normas Europeas son emitidas por el Comité Europeo de Normalización (CEN). La norma EN15758:2010 (CEN 2010) sobre procedimientos e instrumentos para la medición de la temperatura del aire y de las superficies de los objetos en el contexto de la conservación del patrimonio cultural, brinda recomendaciones relativas a los métodos de medición y a las características del instrumental. Esta norma recomienda para la medición el uso de termómetro para la temperatura del aire con una incertidumbre de 0,5°C, resolución de 0,1°C y un tiempo de respuesta menor a 60 segundos. Enfatiza en maximizar la protección de los sensores frente a la radiación solar, artefactos de iluminación o calefacción que puedan alterar los resultados de la medición.

Respecto de la humedad relativa, la Norma EN16242:2012 (CEN 2012) sobre procedimientos e instrumentos para medición de humedad en el aire e intercambios de humedad entre el aire y los bienes culturales, recomienda realizar las mediciones del aire sin interferencia de objetos, colocando los sensores a un metro de distancia de los muros o directamente en el centro de la habitación. La Norma también recomienda el uso de higrómetros electrónicos, capacitivos o resistivos, para las campañas de monitorización continua. Los requisitos para los

instrumentos son: tener un rango entre 5% y 95% para temperaturas entre 10° y 50°C, 3% de incerteza, 2% de repetibilidad, 1% de resolución y un tiempo de respuesta de 2 minutos.

Los estudios de Kerschner³ (1992) en el noreste de Estados Unidos, muestran el efecto dañino de la aplicación de rangos rigurosos de conservación, y alerta sobre el daño que implica especialmente para los edificios históricos el hecho de mantener una humedad relativa de 50% durante el frío invierno de Vermont, forzando la humidificación artificial, creando condiciones de riesgo de condensación intersticial en las capas de la envolvente, y causando además daños estructurales a edificios tan valiosos como las colecciones que alojan.

Henry (2007) apuesta a dejar de lado el acondicionamiento artificial y reivindicar los dispositivos de acondicionamiento pasivo y activo que ofrecen los edificios históricos anteriores a la masificación del aire acondicionado, principalmente diferentes tipos de ventanas con aleros, celosías y postigos. El énfasis está dirigido no solo a la seguridad que ofrecen los sistemas pasivos para las colecciones, sino a la sustentabilidad y al ahorro energético.

El elevado consumo energético en climatización y el rechazo a la rigidez de los parámetros preestablecidos ha impulsado la tendencia de cambio hacia las recomendaciones con rangos más apropiados para el sitio en el que se encuentran las colecciones, y según la historia ambiental en el que se han conservado los materiales (Sánchez Hernampérez 1996). Entonces, a partir de 2010 se produce un quiebre en los criterios prescriptos por las normativas que comienzan a virar hacia condiciones climáticas basadas en experiencias reales, y conscientes del clima exterior.

Las normas estadounidenses ASHRAE se orientan a la eficiencia energética, la calidad del aire interior y la sostenibilidad en edificios. El Capítulo 23 del manual *ASHRAE Handbook* 2011 (ASHRAE 2011) denominado Museos, galerías, archivos y bibliotecas estudia los efectos del ambiente en las colecciones. Las causas que atentan a la conservación de los materiales según la Norma son 9: la luz, la humedad relativa, la temperatura, la contaminación, infestación de plagas, impactos y vibraciones, emergencias naturales, fallas edilicias, y robo y vandalismo.

Luego de un extenso análisis de bibliografía existente, ASHRAE establece parámetros de diseño y objetivos de comportamiento en cuanto a temperatura y humedad relativa, basada en los trabajos de S. Michalski, quien plantea fijar la temperatura entre 15° y 25°C y la humedad relativa en 50% para salas de lectura y préstamo, exposición y depósito, pero permitiendo oscilaciones que acompañan las variaciones estacionales. Además, propone una clasificación de condiciones de conservación en 5 clases o categorías donde indica la

³ Richard L. Kerschner es Director de Preservación y Conservación en el Museo Shelburne, en Vermont, EE. UU, desde 1986; y referente del American Institute for Conservation y del Centro de Conservación del Noreste (Northeast Document Conservation Center <https://www.nedcc.org/>)

fluctuación admitida y el riesgo que acarrea dicha variación a la configuración climática ideal establecido.

En la **clase AA** no existe riesgo de daño mecánico para las piezas. La fluctuación diaria y espacial es de $\pm 5\%$ y $2K^4$. La configuración del equipamiento de climatización puede modificarse según la estación del año en $\pm 5K$, pero no admite cambios en HR.

En la **clase A** existe riesgo menor para piezas muy vulnerables, y no hay riesgo mecánico en otro tipo de materiales y libros. Esta clase propone dos condiciones con riesgo similar: **A_s** fluctuación diaria y espacial de $\pm 5\%$ y $2K$ con ajuste estacional de $\pm 10\%$ de HR; y **A** $+5K$ y $-10K$; o $\pm 10\%$ y $2K$ sin cambios estacionales de humedad relativa y $+5K$ y $-10K$ en T.

La **clase B** otorga riesgo moderado de daño mecánico a artefactos muy delicados, y riesgo menor al resto de los materiales. La precisión del control será de $\pm 10\%$ de HR y $\pm 5K$ de T para fluctuaciones diarias y espaciales, y ajuste estacional $\pm 10\%$ y $+10K$ pero sin superar $30^\circ C$.

La **clase C** alcanza a prevenir los riesgos extremos, aunque para la mayoría de los libros el riesgo es mínimo. La norma establece que la humedad relativa deberá estar entre 25% y 75% todo el año y la temperatura excepcionalmente superar los $30^\circ C$ y generalmente por debajo de $25^\circ C$.

La **clase D** evita las deformaciones por exceso de humedad, así como la aparición de mohos y corrosión, sin embargo, implica riesgo de daño por desecación y fractura por falta de humedad. Prescribe simplemente que la humedad relativa sea inferior al 75% .

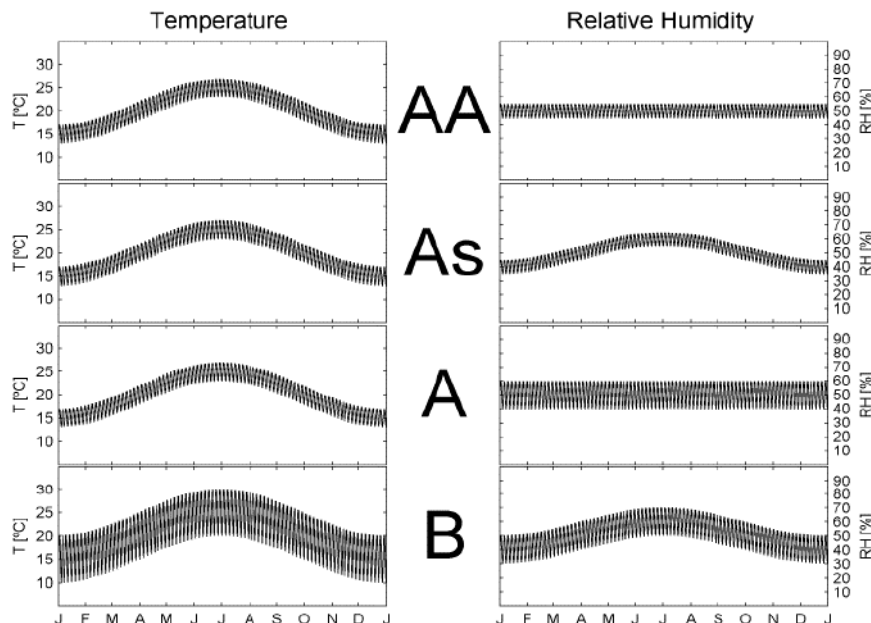


Figura 2-1. Ejemplo de las Clases climáticas de ASHRAE. Fuente: Martens 2012.

⁴ K, k: Símbolo utilizado para Kelvin, la unidad métrica de temperatura donde $0K$ es el cero absoluto. La convención para grados Kelvin no utiliza el símbolo de grado ($^\circ$). Cada variación de $1 K$ es la misma que la de $1^\circ C$. Se puede sustituir $5^\circ C$ por $5 K$. El punto de congelamiento del agua es de $0^\circ C$ o $273,15 K$. Dado que la edición del manual "ASHRAE Handbook" es en sistema internacional (SI), combina el uso de Celsius para especificaciones de puntos de ajustes y K para especificaciones de fluctuación. Fuente: Glosario de términos en (Michalski 2009b).

Tipo	Configuración anual promedio	Fluctuaciones máximas y gradientes en espacios controlados			Riesgos y beneficios para la colección
		Clase de control	A corto plazo y variaciones espaciales	Ajuste estacional	
Museos en general, Galerías de arte, bibliotecas, y archivos. Salas de lectura y estudio. Salas de almacenaje de colecciones químicas en establecimientos con media a alta vulnerabilidad mecánica.	50% para HR, o promedio anual para colecciones permanentes.	AA Control preciso. Sin cambios estacionales. Con sistema de respaldo ante fallos.	±5% HR, ±2 K	Sin cambios en HR. +5°C / -5K	No existe riesgo de daño mecánico para la mayor parte de los objetos y pinturas. Algunos metales y minerales pueden padecer si la HR excede 50%. Objetos químicamente inestables inutilizables luego de décadas.
	Temperatura entre 15° y 25°C.	A Control preciso. Con variaciones o cambios estacionales (no ambas) con sistema de respaldo ante fallos.	±5% HR, ±2 K	+ 10% HR, - 10% HR, + 5 K, - 10 K	Bajo riesgo de daño mecánico en objetos delicados; sin riesgo mecánico para la mayoría de los artefactos, pinturas, fotografías, y libros. Objetos químicamente inestables inutilizables luego de décadas.
	<i>Nota:</i> para salas de exhibiciones en préstamo la configuración debe explicitarse en un acuerdo. Generalmente 50% de HR, 21°C, pero a veces 55% o 60% HR.	B Control preciso. Algunas variaciones y caída de temperatura en invierno.	±10% HR, ±2 K	Sin cambios en HR. +5 K, -10K.	Riesgo moderado de daño mecánico en artefactos muy vulnerables; bajo riesgo a la mayoría de las pinturas, fotografías, algunos artefactos, algunos libros. Sin riesgo para muchos artefactos y la mayoría de los libros. Objetos químicamente inestables inutilizables luego de décadas, menos si alcanza 30°C, los períodos fríos duplican la expectativa.
		C Prevención de riesgos extremos	Entre 25 y 75% HR todo el año. Raramente más de 30°C, habitualmente debajo de 25°C.	+ 10%, - 10% HR + 10 K, nunca sobre 30°C	Riesgo de daño mecánico alto para artefactos vulnerables. Riesgo moderado para pinturas, fotografías, algunos artefactos, algunos libros. Bajo riesgo para muchos artefactos y la mayoría de los libros. Objetos químicamente inestables inutilizables luego de décadas, menos si alcanza 30°C, los períodos fríos duplican la expectativa.
	D Prevención de humedad	Fiable por debajo del 75% de HR		Riesgo de daño mecánico repentino o acumulativo para la mayoría de los artefactos y pinturas debido a fractura por falta de humedad; evita la deslaminación y deformaciones, especialmente en barnices, pinturas, papel y fotografías. Evita el crecimiento de moho y la corrosión. Objetos químicamente inestables inutilizables luego de décadas, menos si alcanza 30°C, los períodos fríos duplican la expectativa.	
Archivos, bibliotecas.	Depósito frío: -20°C, 40% HR	±10% HR, ±2 K		Objetos químicamente inestables utilizables por milenios. Las fluctuaciones de HR por debajo de un mes no afectan los registros embalados adecuadamente a esta temperatura. El tiempo fuera del depósito es determinante en la expectativa de vida.	
Almacén de colecciones químicas inestables	Depósito fresco: 10°C 30 to 50% HR.	Incluso si se logra sólo durante la caída de T en invierno, es una ventaja neta para las colecciones, siempre y cuando no haya humedad.		Objetos químicamente inestables utilizables por un siglo o más. Tienden a tener baja vulnerabilidad mecánica a las fluctuaciones.	
Colecciones especiales de metal	Depósito seco: 0 to 30% HR	La HR no debe superar el valor crítico, generalmente 30% HR.			

Nota: Fluctuación a corto plazo es toda fluctuación en un período menor al del ajuste estacional. Sin embargo, algunas oscilaciones son demasiado cortas como para afectar a algunos artefactos o artefactos cerrados.

Tabla 2-3. Clases climáticas de ASHRAE. Fuente ASHRAE Handbook (2011).

La norma británica PD 5454:2012 (British Standards Institution 2012) brinda recomendaciones para el almacenamiento y exhibición temporaria o permanente de documentos. Sugiere para

colecciones en general una temperatura entre 13°C y 20°C y una humedad relativa entre 35% y 60%; mientras que para colecciones de papel la temperatura propuesta es de 5°C a 25°C y la humedad relativa de 25% a 60%. En cuanto a las características del edificio recomienda control ambiental, alta inercia térmica, tasas reducidas de infiltración de aire, y amortiguadores higroscópicos que pueden estar resueltos mediante la colocación de ladrillos de cerámica cruda. Padfield (2012) comenta al respecto de la inercia térmica que no se justifica en edificios donde no existan cargas internas, pudiendo lograr el mismo efecto aislante mediante elementos sin masa de acumulación que serán más simples estructuralmente. Además, el autor critica la falta de argumentación para la delimitación de los rangos máximos y mínimos de temperatura.

La especificación pública disponible (Publicly Available Specification - PAS) 198 (British Standards Institution. 2012) es un documento que asiste sobre la evaluación de sensibilidad de las colecciones respecto de la temperatura, humedad relativa, luz y contaminación, reconociendo el efecto que estas variables producen en los materiales según de cuál se trate.

El documento apela a que el usuario elabore su propio juicio sobre la condición ambiental según las circunstancias locales. El énfasis se coloca en otorgar condiciones que ayuden a prevenir el deterioro o el daño irreversible, y aunque el riesgo no se pueda eliminar completamente, al menos se reduzca. Es un requisito de la especificación que el usuario cuente con información acerca del ambiente actual y pasado de almacenamiento. Durante la implementación de las pautas de este documento, el desafío consiste en balancear los intereses encontrados entre el cuidado de la colección, su exposición, y el ahorro energético.

En cuanto a economía de la energía, la norma indica que la mayor eficiencia se alcanza cuando la temperatura interior acompaña las condiciones ambientales exteriores. La inercia térmica, el uso de materiales amortiguadores de humedad, y la limitación de las infiltraciones ayudan a moderar estas oscilaciones. El promedio anual de temperatura interior se aproximaría al promedio anual exterior. En cuanto al daño y deterioro de los materiales de papel, cuando la humedad relativa supera el 65% se incrementa el riesgo de biodeterioro y se acelera la hidrólisis. La recomendación de oscilaciones aceptables para PAS 198 es $\pm 10\%$ de humedad relativa y $\pm 5^\circ\text{C}$.

Trabajos basados en monitorización para conservación preventiva

Bonvicini et al. (2010) monitorizan tres museos en correspondencia con cada una de las clases de control de ASHRAE (A, C y D). Señalan los factores referidos al edificio que pueden afectar al desempeño higrotérmico, como ser el aislamiento térmico, la capacidad térmica, la permeabilidad al aire, y la manipulación y la tecnología de las instalaciones. Utilizan las normas ASHRAE para relacionar las clases de control con el equipamiento de instalaciones que abastece al edificio, y los autores ponen en evidencia que no siempre el funcionamiento teórico del equipamiento coincide con el observado en el ensayo.

Corgnati y Filippi (2010) ponen a punto un procedimiento para la monitorización de microclimas que no sólo es útil y necesario para proveer a las colecciones de un ambiente propicio, sino para conocer la dinámica ambiental previa a cualquier intervención, para conocer la compatibilidad entre la situación existente respecto de los requerimientos, y para controlar el funcionamiento del equipamiento de climatización. Utilizan un estudio de caso para ilustrar el procedimiento, que incluye las prescripciones de la Norma UNI 10829 (1999) y la EN 15251 (2007). El desarrollo propuesto incluye análisis de frecuencias, y un climograma que analiza simultáneamente los puntos fuera de rango para temperatura y humedad relativa utilizando el "PI" o índice de performance.

En Brasil, Krüger y Diniz realizan un plan de monitoreo con el objetivo de detectar el efecto del clima exterior en el microclima de conservación; evaluar el deterioro sufrido por el papel para cada una de las condiciones; y evaluar el clima interior respecto del confort de los visitantes mediante el procedimiento ISO 7730⁵ y según la tabla bioclimática de Givoni (2011).

Utilizando el Índice de conservación ponderado en función del tiempo o TWPI (por sus siglas en inglés Time Weighted Preservation Index), replican el procedimiento en tres edificios con diferentes equipamientos, que alojan colecciones de papel situados en tres ciudades con climas diferentes de Brasil: Curitiba, Belo Horizonte y Río de Janeiro; se realiza una campaña de monitorización de temperatura y humedad relativa. Hallan que los edificios con funcionamiento sin equipamiento de climatización cuando están bien diseñados respecto de su localización en algunas regiones de Brasil, pueden proveer condiciones adecuadas para el confort y para el almacenamiento de documentos y colecciones de papel. En otras regiones se requiere deshumidificación y asistencia de equipos de refrigeración.

El procedimiento es útil y práctico, sin embargo, no muestran un análisis de la envolvente de los edificios que permita extrapolar las conclusiones. Para el análisis combinado de temperatura y humedad relativa utilizan el diagrama de Isoperms, visualizando la expectativa de vida (lifetime multiplier) (Sebera 1994). Muestran gráficos de la temperatura a través de los meses de monitoreo, lo que resulta extraño ya que mencionan que la humedad es el factor más inconveniente de las regiones donde realizan el ensayo.

Nuevamente en Brasil, (Teixeira Coelho y de Carvalho 2012) presenta un protocolo de análisis de edificios de conservación organizado en tres etapas: la monitorización ambiental de las salas donde se hallan las colecciones, la elaboración de una evaluación del edificio y de la colección, y el desarrollo de estrategias de mitigación adaptadas al caso.

⁵ (ISO 7730:2005) Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local

La Biblioteca Malatestiana en Cesena, Italia, ha sido construida en 1454 con este fin, y mantiene hasta la actualidad intacta la disposición de plutei⁶ y manuscritos. La biblioteca no cuenta con ningún tipo de instalación de climatización o iluminación artificial, y sólo ha sido intervenida para la instalación de un sistema de alarma. La investigación que realizan Fabbri y Pretelli (2014) tiene el objetivo de llevar a cabo la primera campaña de monitorización metodológicamente diseñada para conocer la temperatura, la humedad relativa y la concentración de CO₂ a la que la sala se encuentra sometida. El estudio se basa en la hipótesis de que cualquier intervención debe reconocer y valorar la historia microclimática interior de la colección; y que la incorporación de equipamiento de climatización podría traer aparejado un efecto nocivo en el ambiente y el amueblamiento.

Los autores proponen en su enfoque darle prioridad absoluta a la conservación del patrimonio, antes que considerar las condiciones de confort de los visitantes, argumentando que en edificios históricos los bienes son esenciales, mientras que la visitas pueden hasta limitarse en función de “defender” a los bienes. Los resultados que obtienen luego de la monitorización, llevada a cabo entre marzo de 2013 y julio de 2013, les indican que las condiciones halladas son perfectamente compatibles con las condiciones higrotérmicas propuestas por la UNI 10829:1999, quedando esto evidenciado con el perfecto estado de conservación de los manuscritos y los muebles de madera.

La conclusión más relevante para el presente estudio, es que Fabbri y Pretelli indican que no siempre es necesario contar con equipo de acondicionamiento de aire artificial para alcanzar un buen desempeño higrotérmico, que la apertura de ventanas ayuda a homogeneizar el nivel de humedad relativa (en Cesena) y que la humedad relativa interior no varía según las condiciones climáticas exteriores.

D’ Agostino et al. (2015) encuentran que la complejidad del control micro climático amerita la elaboración de una referencia para técnicos y gestores de conservación, especialmente con sitios con bajos recursos. Por este motivo proponen un protocolo orientado a la evaluación del microclima de conservación y de la cuantificación de los factores responsables del degrado de los objetos, para poder discernir sobre cuál es la intervención más adecuada.

En la fase 1 de observación incluyen la caracterización del edificio, posibles fuentes de contaminación, revisión de las instalaciones y su mantenimiento;

En la fase 2 de examinación del estado de conservación se registra el estado de los objetos y se señalan los daños encontrados;

La fase 3 se ocupa de planificar el relevamiento de datos para determinar si se requiere una monitorización continua o puntual, y cuáles son los sitios prioritarios para realizarla;

⁶ Pluteo (sing.) plutei (pl): nombre latino que se le da a los escritorios de madera que poseen además un receptáculo inferior utilizado para guardar códices.

En la fase 4 se lleva adelante el estudio con instrumental y se analizan los resultados;
En la fase 5 se realizan inspecciones específicas en base a reparaciones u observaciones puntuales según la fase previa.

Según los autores, el uso de este método permite evaluar el binomio edificio e instalaciones desde el punto de vista ambiental, la cuantificación de los factores responsables del deterioro, y la decisión bien sustentada de posibles intervenciones para aplicar mejoras al estado de conservación.

En La Plata, Argentina, se realiza un plan de conservación preventiva en bibliotecas (Diulio, García Santa Cruz y Gómez 2015) basado en el monitoreo de temperatura y humedad relativa en distintas salas de bibliotecas universitarias. La monitorización se realiza en 11 instituciones durante un período de 1 mes para cada una de las estaciones del año. El fin de este plan es desarrollar un informe estacional denominado Informe de monitoreo ambiental, que permite tomar decisiones de intervención basadas en datos objetivos, y adecuar la ubicación de las colecciones más sensibles a los espacios más adecuados de cada edificio en caso de no ser posible una intervención. El informe de monitoreo ambiental se ha comenzado a practicar en el caso de la Biblioteca Rector Machado de la Universidad de Sevilla, utilizando los datos de monitorización de la propia biblioteca. Este análisis se explica en el Capítulo 9: Caso de Estudio Sevilla.

Zivkovic y Dzikic (2015) aplican en Serbia diferentes procedimientos de gestión medioambiental para prevenir daño a las colecciones, desde el Instituto Central de Conservación de Belgrado. Además de iluminación y contaminación, consideran importante el relevamiento de temperatura y humedad relativa, y enfatizan la recomendación de implementar campañas de monitorización continuas para luego analizar los intervalos admisibles y las oscilaciones.

Ferdyn-Grigierek (2016) analiza una campaña de monitorización anual de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono en un museo de Polonia con el fin de identificar estos parámetros ambientales y compararlos con los sugeridos por la bibliografía. Además, analiza la oscilación en el tiempo y el impacto del clima exterior en el clima interior.

Realiza la monitorización continua durante un año completo con un intervalo de 5 minutos entre registros. El análisis de los resultados permite cuantificar el impacto de las condiciones exteriores y del uso de calefacción y aire acondicionado en el microclima interior. Comparando los resultados con los límites sugeridos por la literatura, detecta daño potencial al inicio del período cálido, cuando el equipamiento está apagado y la temperatura cae por debajo de lo deseado. También detecta problemas en mantener la temperatura al final de la temporada de calefacción.

En Izmir, Turquía, se desarrolla una investigación que se basa en el análisis del degrado potencial de manuscritos antiguos por causas relativas al clima interior (Sahin et al. 2016). La motivación del estudio surge a partir del proyecto de remodelación del edificio y la incorporación de un equipo de calefacción, refrigeración y ventilación, inexistente originalmente. Para ello, llevan adelante una campaña anual de monitorización de temperatura y humedad relativa para comparar los resultados respecto del riesgo biológico, mecánico y químico, y una evaluación ambiental general de T y HR mediante las clases de control propuestas por ASHRAE (AA, A, B, C, D).

El análisis de los resultados de la monitorización muestra que de todas las clases de control de ASHRAE, la biblioteca tiene una mejor asimilación con la clase A1 (que admite una fluctuación sobre la media móvil a corto plazo de 5% y 2°C y una fluctuación estacional de 15% de HR, +5°C y -10°C). El análisis de riesgo de daño químico es calculado mediante el multiplicador de vida⁷ que es la cantidad de tiempo de vida en la que un objeto permanece útil comparado con el tiempo de vida a una condición de 20°C y 50% (Sebera 1994).

Estos estudios hallan que el riesgo químico es elevado entre mayo y octubre, los meses de verano en los que se registran las mayores temperaturas. Los riesgos mecánico y biológico son bajos, y, por lo tanto, luego del análisis de los factores de riesgo, desaconsejan la instalación de un equipamiento de aire acondicionado. Para mitigar el efecto del calor que potencia el riesgo de daño químico, apelan a la intervención mediante medidas de acondicionamiento pasivo, como ventilación y recirculación de aire en primavera y verano, o equipamiento activo con un sistema mecánico de bajo impacto.

AÑO	AUTOR	APLICACIÓN DE LA MONITORIZACIÓN
2010	Bonvicini et al.	3 museos con diferente clase de control de ASHRAE: A, C y D.
2010	Corgnati y Filippi	Exposición en Museo, evaluación con límites de UNI 10829 y EN 15251. Desarrollo de <i>performance index</i> .
2011	Krüeger y Diniz	Efecto del clima exterior en deterioro de materiales y confort de visitantes en 3 archivos.
2012	Teixeira Coelho y de Carvalho	Estrategias de mitigación basadas en monitorización y evaluación.
2014	Fabbri y Petrelli	Biblioteca Malatestiana, evaluación de la conservación sin equipamiento.
2015	D'Agostino et al.	Evaluación integral de museos.
2015	Diulio et al.	Microclima de conservación en bibliotecas.
2015	Zivkovic y Dzikic	Control de T y HR, iluminación y contaminantes.
2016	Ferdyn-Grigierek	Efecto del clima exterior en un museo.
2016	Sahin et al.	Evaluación de microclima natural de salas de manuscritos pre-intervención de equipamiento.

Tabla 2-4. Publicaciones sobre monitorización aplicada a conservación preventiva

⁷ El término más habitual en la bibliografía es "Lifetime multiplier" o LM.

Intervalos de monitorización

La elevada capacidad de almacenamiento de los registradores de datos o dataloggers (DL) actuales alienta el incremento de recolección de datos, a riesgo de que sea inútil. Si bien es posible utilizar intervalos de recolección brevísimos, la manipulación de las bases de datos puede tornarse engorrosa al crecer en volumen. Por este motivo se busca un argumento válido para establecer un intervalo de medición adecuado que permita manejar ágilmente las bases de datos, sin perder profundidad en el análisis. Los ejemplos recabados se resumen en la Tabla 2-5.

De las normas analizadas, la UNI 10829:1999, se refiere a la recuperación de registros horarios, aunque no queda expresamente recomendado, mientras que la PAS 198:2012 indica que los registros deben ser al menos, horarios (British Standards Institution. 2012, p. 8) pero al igual que la anterior, no incluye una recomendación explícita.

Muñoz-González en su propuesta metodológica para la evaluación de intervenciones en iglesias, utiliza un intervalo de 30 minutos entre registros, y la frecuencia horaria para el análisis estadístico de los datos (2014) y en un estudio posterior propone un intervalo de 15 minutos (2016). Marco Martens (2012) utiliza intervalos de 10, 15 y 30 minutos para su investigación de monitorización anual en 21 museos en los Países Bajos.

Ferdyn-Grygierek, en su investigación sobre el efecto del clima exterior en las condiciones interiores (2016) utiliza un intervalo de 5 minutos, Daniel (Daniel et al. 2000) recomienda tomar el registro cada 30 segundos y luego analizar el promedio horario.

Fabbri (Fabbri y Pretelli 2014) utiliza un intervalo de 20 minutos en la Biblioteca Malatestiana, mientras que Silva (Silva y Henriques 2014) y Sahin (2016) utilizan 10 minutos para el estudio de una Iglesia en Portugal y una biblioteca de manuscritos en Turquía respectivamente.

AÑO	AUTOR	INTERVALO
1999	UNI 10829	horario
2012	Pas 198	horario
2012	Martens	10, 15 y 30 minutos
2014	Fabbri y Petrelli	20 minutos
2014	Silva y Henriques	10 minutos
2014	Muñoz-González et al.	30 minutos
2016	Muñoz-González et al.	15 minutos
2016	Ferdyn-Grygierek	5 minutos
2016	Sahin	10 minutos
2016	García-Diego et al.	horario

Tabla 2-5. Referencias de intervalos de monitorización.

Dada la diversidad de criterios García-Diego et al. (2016) investigan los resultados de una campaña de monitorización y compara los resultados de diferentes hojas de datos adquiridos cada un minuto, y su estudio comprueba que el muestreo horario es efectivo y logra resultados

altamente confiables. Indican que, en muchos casos, los valores promedio diarios de registros horarios dan iguales resultados a aquellos obtenidos con mayor frecuencia. La Tabla 2-5 condensa las publicaciones mencionadas a modo de resumen.

Cálculo del objetivo climático

Una vez culminada la etapa de recolección de datos por medio del monitoreo, surge como necesidad contar con un parámetro para evaluar si los datos hallados implican un riesgo o no. El objetivo climático es el intervalo de referencia para el cual se asegura la mejor conservación de cada colección. Consiste en otorgar límites superiores e inferiores a la temperatura y a la humedad relativa, aceptados como adecuados para fines conservativos.

Esta necesidad de calcular el objetivo climático adecuado para cada colección proviene del cambio de paradigma producido por la aparición de las normas ASHRAE y EN15757, que responden a la crítica principal respecto de la rigidez, riesgo y dificultad de los valores fijos de temperatura y humedad relativa que prescribían las normas anteriores. Es posible que, de acuerdo con la sensibilidad del objeto a preservar, un experto solicite directamente estos valores, pero dado que ese caso es la excepción, se propone una metodología que permite satisfacer las necesidades de la sala en su generalidad. En ese caso, el arquitecto puede hacer uso de las recomendaciones que proporcionan los estándares.

De acuerdo con la nueva visión, mencionada por Costanzo y otros (2006) es importante tener en consideración un proceso denominado aclimatación, que es el proceso mediante el cual, los materiales que han sido expuestos durante períodos prolongados a un determinado ambiente, con el tiempo y a medida que las fluctuaciones de temperatura y humedad relativa acumulan suficientes esfuerzos internos para producir roturas, estas roturas se abren y cierran como si fueran juntas de dilatación, permitiendo un intervalo más amplio de fluctuaciones aceptables de temperatura y humedad relativa. Esta adaptación a las fluctuaciones no debe interpretarse como un factor positivo ya que dichas fisuras internas en realidad constituyen una forma de daño (CEN 2011). Cualquier variación que modifique las oscilaciones, aun virando hacia una condición que puede parecer más adecuada, conlleva una nueva aclimatación, y deviene en nuevos daños.

La Norma Europea UN 15757:2010 (CEN 2011) proporciona especificaciones para el control de la temperatura y humedad relativa con el fin de limitar el daño mecánico inducido por el clima a materiales higroscópicos. Cuando se ha comprobado que el microclima no es dañino, se puede preservar el clima histórico del sitio donde el objeto ha sido conservado y se ha aclimatado. Para conocer el clima histórico se deben analizar los datos de monitorizaciones previas, y obtener la variación estacional y las fluctuaciones de corta duración.

La variación estacional es el promedio móvil de los registros horarios de los 15 días previos y los 15 días sucesivos a cada lectura individual. Las fluctuaciones de corta duración son la

diferencia entre la lectura en curso y la media móvil del día 30 calculada para esa lectura. El límite superior del intervalo de referencia es el percentil 93º de la fluctuación registrada durante la monitorización. El límite inferior lo conforma el percentil 7º de los registros. Es decir que el 14% de las mayores fluctuaciones se descartan para evitar los riesgos que implican las crestas y los valles en los registros. Si del procedimiento resulta que las fluctuaciones de humedad relativa son inferiores al 10%, la norma considera que es innecesariamente estricto y permite la adopción de este último.

Silva (2014) halla que, si bien ha habido un cambio de paradigma al dejar de lado la búsqueda del clima ideal, para buscar un objetivo dinámico a medida de la historia de cada colección, la norma EN 15757:2011 es aún demasiado rígida cuando se aplica a climas templados, dado que ha sido diseñada para las dificultades de los climas fríos. Esto es así porque para climas fríos, la norma pone atención en las fluctuaciones a corto plazo porque los edificios tienen equipos de climatización y la envolvente está térmicamente aislada del clima exterior, por lo tanto, su resultado es ciclos estacionales más estables e independientes de las condiciones exteriores.

Para justificar esta afirmación, los autores evalúan y comparan los valores de humedad y las oscilaciones a corto plazo de otras tres iglesias sin equipamiento de calefacción en Polonia, norte y centro de Italia, además de una iglesia en Lisboa. Entonces, desarrollan de una nueva metodología para atender a esta dificultad, y propone una intervención denominada FCT.UNL, que incluye criterios propuestos por la norma UNI 10829:1999 y las especificaciones de ASHRAE.

Luego, Silva y Henriques (2015) realizan una prueba comparativa de análisis basado en riesgo a la colección para comprobar el posible daño utilizando cuatro umbrales diferentes: el clima natural del sitio sin restricciones, el criterio clásico de configuración fija de 20º y 50%, el rango móvil de la EN 15757, y el criterio de PAS 198. Esto les permitiría determinar si un objetivo climático menos ambicioso es seguro en climas templados para favorecer además a la economía de la energía. En su trabajo concluyen que las configuraciones más rigurosas implican equipamiento de climatización energéticamente demandantes, mientras que el riesgo de daño a las colecciones no lo justifican.

Los datos de monitorización de un edificio histórico en Lisboa son evaluados utilizando como rango de admisibilidad los designados por las 3 normas anteriores, de manera tal de observar cuál de ellas es menos demandante para un edificio libremente ventilado. Los autores encuentran que el criterio móvil de la EN 15757 da como resultado un 75,3% de valores dentro del rango, la PAS 198 un 37,9% y el criterio fijo clásico de 20ºC-50% un 0,5% de los valores auditados.

Diulio y Gómez (Diulio y Gómez 2016) proponen el cálculo del margen de admisibilidad partiendo de la humedad relativa promedio del clima local (La Plata, Argentina) y

determinando un límite máximo de humedad relativa que viene dado por 70% que es el valor según el cual el contenido de agua permite la proliferación de hongos y moho, y un máximo de 30°C de temperatura que indica el riesgo de desecamiento de las fibras de papel.

Kramer y otros (2017) desarrollan una herramienta que consiste en un algoritmo en 7 pasos para la determinación del objetivo climático para cada una de las clases de ASHRAE. Para ello, calcula la media móvil de 3 meses de registros climáticos.

AÑO	AUTOR	APORTE
2006	Costanzo	Explica proceso de aclimatación de las colecciones
2011	UN 15757	Metodología de cálculo del objetivo climático
2014	Silva et al.	Propone permitir mayores fluctuaciones estacionales, adecuadas para climas templados.
2015	Silva y Henriques	Buscan configuraciones seguras y menos rigurosas
2015	Diulio et al.	Propone límite adicional de T y HR máximas sobre el OC calculado
2017	Kramer et al.	Algoritmo para automatizar cálculo del OC en cada institución.

Tabla 2-6. Aportes acerca del objetivo climático.

2.3.2 Cálculo y evaluación

En este apartado se comentan las referencias detectadas acerca de experiencias sobre cuantificación del efecto de determinadas características de la envolvente en el interior de los recintos, y métodos de evaluación de las condiciones climáticas interiores con fines conservativos, que son las dos cuestiones que se desarrollan en la etapa metodológica 2. La mayor parte de las referencias bibliográficas están orientadas a determinar el efecto de la envolvente en el clima interior, pero con énfasis en la demanda de energía en calefacción.

El efecto de la envolvente en el clima interior

El estudio de los edificios desde el punto de vista tipológico ha sido desarrollado por Coch Roura y Serra Florensa (1995) para describir el efecto de cada una de las características de la envolvente en el confort interior. Este documento ha sido profusamente citado en trabajos referidos a confort y arquitectura vernácula y bioclimática. En él se describen los procedimientos de cálculos para obtener los indicadores, así como el efecto de cada uno de ellos en el confort térmico, acústico y lumínico. Se toman de este texto las formulaciones para calcular la compacidad y la pesadez de los casos analizados.

De Wit y Augenbroe (2002) estudian las diferencias entre los resultados entre las auditorías de consumo de edificios y la previsión realizada mediante herramientas de simulación. En su análisis observan que los efectos dominantes del edificio que influyen en el confort interior son, en orden decreciente, la diferencia de presión del viento, la estratificación del aire, la temperatura exterior local, el coeficiente de transferencia de calor del exterior, el intercambio

de aire de ventanas y ventilaciones, transferencia de calor interior, transmisión solar desde las ventanas, y transmisión solar desde los parasoles.

En Sevilla, España, se realiza un estudio (Domínguez et al. 2012) orientado a reducir la demanda de energía en calefacción mediante la mejora del clima interior de un conjunto de viviendas sociales a través de la optimización de la envolvente. Mediante la mejora de la transmitancia térmica de los cerramientos, y el reemplazo de las aberturas, la simulación dinámica en TRNSYS da como resultado una reducción en la demanda anual de energía en climatización del 27% respecto del modelo real construido en 2004.

Siguiendo la línea del efecto de la envolvente como amortiguador climático, Pisello et al. (2014) explican que esta función no sólo depende de la resistencia térmica de la misma. La composición y orden de las capas de la envolvente puede dar diferentes resultados al clima interior. Esto ha sido ensayado mediante dos prototipos que cumplen con la condición de alcanzar el mismo valor de transmitancia térmica y poseen diferente ubicación de la capa aislante.

En la evaluación de los resultados de monitorización del efecto interior, hallan que la demanda de energía es similar, porque las propiedades estacionarias son las mismas, pero se observan resultados diferentes en la temperatura radiante de los muros, y la humedad interior dada por el comportamiento dinámico: la diferente tasa de transpiración de los dos sistemas de envolvente ensayados.

Triana, Lamberts y Sassi (2015), estudian el desempeño de conjuntos de vivienda social representativos actuales en Brasil. Encuentran que la tipología más difundida, la vivienda individual exenta, es la que obtiene el nivel más bajo de desempeño según el criterio de etiquetado brasileño. Esto resulta de interés para la presente investigación debido a que establece la dependencia entre la eficiencia energética y las tipologías compactas.

El efecto de la envolvente sobre el clima interior es una preocupación sobre todo en climas cálidos y húmedos, donde el uso de aire acondicionado es necesario para mantener la temperatura y humedad relativa elegida según el material a conservar. Éste es el caso del Servicio de Registro del Gobierno de la Región Administrativa Especial de Hong Kong, en la República Popular China (Tse y Tsui 2016). Cuando se crea este edificio de 13 niveles, se adoptan los criterios de conservación del Anexo B de la norma ISO 11799⁸ que prescribe fijar

⁸ International Standards Organization. ISO 11799. *Information and documentation. Document Storage requirements for archives and library materials* («ISO 11799. Information and documentation - Document storage requirements for archive and library materials.» 2003). Esta norma recomienda que el edificio debe proveer un ambiente estable y con dependencia mínima a los sistemas mecánicos. La envolvente debe tener elevada capacidad térmica y capacidad higroscópica en zonas con humedad relativa alta. En cuanto al clima de las salas la norma indica que se debe mantener fresco, con humedad relativa menor a 60% para evitar el desarrollo de actividad microbiológica. Recomienda evitar las oscilaciones que causan tensiones en los materiales, y realizar un monitoreo ajustada de las condiciones climáticas con instrumental de precisión.

el clima interior en $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y $50\% \pm 2\%$, y se alcanza esta condición con una máquina enfriadora y un sistema de conductos de aire que alcanza cada una de las salas.

Dado que en esta ciudad no es extraño que ocurran interrupciones en el servicio eléctrico, los autores se preguntan cuánto tiempo tarda un corte de energía en dañar la colección, o, en otras palabras, cuánto tiempo se mantienen las condiciones climáticas si el equipo de climatización se detiene. Con el objetivo de determinar la capacidad de amortiguación del depósito proponen una prueba controlada simulando un corte de energía en un día con $28,6^{\circ}\text{C}$ y 81% de HR y observando la evolución del clima interior mediante dataloggers inalámbricos. De esta manera pueden conocer la estabilidad higrotérmica y la estanqueidad que, a su criterio, determina el funcionamiento general de las condiciones de conservación del archivo. El resultado obtenido fue que, en ese edificio, se necesitan a partir de 23 horas para que la T y la HR sobrepasen el límite adoptado. Dado que es extremadamente raro que un corte de energía se prolongue tanto tiempo, concluyen que el Registro no requiere la instalación de un sistema de respaldo eléctrico.

Por un lado, proponen como estrategia ante una interrupción del funcionamiento del equipamiento de climatización la indicación de cerrar herméticamente los depósitos mientras dura esta condición. Además, a pesar de enfatizar que la optimización de la aislación térmica en la envolvente y la estanqueidad son fundamentales para la conservación preventiva de los bienes que cobijan, minimizan el efecto que podría tener calcular la transmitancia térmica de manera teórica según los datos técnicos de la obra dado que los pequeños errores en la ejecución implican variaciones, así como el envejecimiento de los aislantes a la intemperie, reduciendo progresivamente su eficiencia.

Medjelekh et al. (2016) realizan un proceso de monitorización para analizar la percepción confort que pueden otorgar distintos tipos de envolvente. Para ello monitorizan durante 3 años una vivienda en Argelia construida con muros de travertino, con gran masa y superficie alveolar. La investigación halla que además del efecto atemperador de los picos térmicos que aporta la alta inercia térmica, también se ve beneficiado de la inercia higrúica que aportan los materiales permeables en las caras interiores de la envolvente. Los autores observan una caída de $1,5^{\circ}\text{C}$ y $31,5\%$ de ahorro energético en la evaluación, y sus resultados son pertinentes como argumento para proponer acabados en espacios de conservación en los que se requiera reducir y amortiguar la humedad ambiental.

Con respecto a la masa y la inercia térmica, Padfield et al. (2014) consideran que en edificios como los archivos, donde no deberían existir cargas internas, es preferible contar con envolventes livianas, que son más económicas, ya que no es necesario que la envolvente cumpla la función de contener el exceso de calor en las horas pico. En la misma línea se enuncia Navarro Casas (1999) quien alerta sobre el costo estructural adicional de la colocación de masa en la envolvente constructiva.

De manera similar, y a partir de una normativa⁹ que constriñe a desarrollar planes de eficiencia energética en edificios pertenecientes al patrimonio cultural de Italia, se analiza mediante protocolos de monitorización un conjunto histórico en el sur de Italia, orientado al evaluar confort, consumo energético, y la salubridad del ambiente. Se trata del complejo Sassi en Matera, conjunto residencial de antiguas civilizaciones compuesto por cavernas excavadas en la roca (Negro et al. 2016) y el estudio indica que la inercia que otorga el espesor de la piedra permite anular las variaciones de temperatura interiores cuando la amplitud exterior es de hasta 20°C, por lo que pueden ser consideradas bioclimáticas. La evaluación posterior indica que las condiciones higrotérmicas interiores (T=18°C, HR=54%) son óptimas para la preservación de los frescos que se lucen al interior. El estudio del confort realizado calculando el voto predictivo medio (VPM=0,25) y la predicción del porcentaje de insatisfacción (PPI=5,3%) indican que el ambiente es altamente aceptable.

En su estudio sobre optimización de envolvente para vivienda social en clima mediterráneo, Suárez y Fragoso (2016) comparan el efecto de 5 estrategias pasivas en la demanda de energía. Para ello proponen un modelo base que se corresponde con un programa habitual de vivienda social. Las estrategias se ponen a prueba mediante el programa Lider Calener y Design Builder. Las 5 estrategias son la compacidad, la envolvente, que incluye la aislación térmica y la proporción de vidriado, el control solar, la acumulación solar y las infiltraciones. En su estudio hallan que las intervenciones más influyentes son la acumulación y la tasa de infiltraciones.

El efecto de la envolvente para mejorar las condiciones higrotérmicas interiores de confort humano ha sido revisado por (Friess y Rakhshan 2017) con el fin de reducir la energía en acondicionamiento en Emiratos Árabes Unidos. En su estudio recaban evidencia del ahorro potencial que implicaría la aplicación de estrategias pasivas de refrescamiento como ventilación natural (30% de ahorro), torres de viento y chimeneas solares (35 a 73% de ahorro), la reducción de superficies vidriadas y su correcta orientación (hasta un 55% de ahorro en refrigeración), la mejora en la resistencia térmica de cerramientos opacos, ya que la aislación tiene un efecto significativo. El potencial de estas estrategias es de interés para la propuesta de nuevos edificios en instancias de proyecto básico.

El clima exterior y su variación comparada entre la periferia y los centros urbanos se denomina isla de calor, y diversos estudios (Román, Gómez y de Luxán 2017; Santamouris 2014; Foustalieraki et al. 2017; Alchapar, Correa y Cantón 2012) indican que el desplazamiento de las áreas verdes por superficie edificada impermeable, con propiedades absorbentes de la radiación solar, provocan aumento de la temperatura del entorno, que repercute indirectamente en el clima interior de los edificios.

⁹ MIBACT, 2015. LINEE DI INDIRIZZO PER IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA NEL PATRIMONIO CULTURALE Architettura, centri e nuclei storici ed urbani 2015.

La Tabla 2-7 resume el contenido de lo explicado anteriormente en las principales características que estudian otros investigadores.

AÑO	AUTOR	CARACTERÍSTICA DE LA ENVOLVENTE INCIDENTE EN EL MICROCLIMA INTERIOR
1995	Coch Roura y Serra Florensa	Efecto de la envolvente en el confort térmico, acústico y lumínico.
2002	De Wit y Augenbroe	Estratificación del aire; T ext; Transmitancia térmica; infiltraciones; incidencia de radiación.
2012	Domínguez et al.	Transmitancia térmica y reemplazo de aberturas reducen el consumo de energía.
2014	Pisello et al.	El orden de las capas, a pesar de tener idéntica transmitancia térmica, afecta el confort interior
2014	Padfield et al.	El uso estratégico de la inercia y la aislación térmica
2015	Triana, Lamberts y Sassi	Las tipologías de vivienda más compactas permiten reducir el consumo de energía.
2016	Medjelekh et al.	El muro travertino amortigua no solo las variaciones de T sino que por su composición, reduce los picos de HR.
2016	Negro et al.	Evaluación de casas de piedra (Sassi) permite observar la mejora en confort que ofrece la inercia térmica.
2017	Friess y Rakhshan	Estrategias pasivas en Emiratos Árabes: torres de viento y chimeneas solares, junto con reducción de superficie vidriada, orientación, y resistencia térmica.

Tabla 2-7. Efecto de la envolvente sobre el clima interior

Evaluación de la calidad higrotérmica con fines conservativos

Respecto de las metodologías de evaluación implementadas para diagnosticar las propiedades del ambiente de conservación desde el punto de vista climático, se destaca una serie de publicaciones de las que se menciona los principales aportes a continuación.

En 1994, la herramienta de gestión ambiental Isoperms (Sebera 1994) propone un método para cuantificar el efecto de la temperatura y la humedad relativa en la expectativa de vida de las colecciones de papel. A través del estudio de factores químicos y físicos asociados al deterioro del papel obtiene el “*Isoperm*”, que es una medida de permanencia relativa. La permanencia se define como la expectativa de vida y equivale a la inversa de la tasa de deterioro. Esto se explica de la siguiente manera: el agua es catalizadora de muchas reacciones químicas, entre ellas, la hidrólisis de la celulosa. A mayor humedad relativa en el ambiente, mayor humedad específica en el papel, más rápida es la hidrólisis y el deterioro y por ello, más corta es la expectativa de vida o permanencia del papel. A su vez la temperatura acelera las reacciones químicas. Dependiendo de la sensibilidad de cada papel, la velocidad se puede duplicar cada 3,6°C. El efecto combinado de los cambios en la temperatura y la humedad relativa es igual al producto del efecto de cada una de las tasas de deterioro.

La entalpía es el fenómeno mediante el cual la magnitud termodinámica de un cuerpo o elemento es igual a la suma que resulta de su propia energía interna más el resultado de su

volumen por la presión exterior. Esta variable permite conocer información sobre la reacción de diferentes elementos y fuerzas naturales en diferentes condiciones. La palabra entalpía proviene del término griego *enthalpos* que significa calentar. El valor de entalpía modifica el trazado de las isolíneas, por lo que debe determinarse según la sensibilidad del objeto y luego adoptar el gráfico específico. De acuerdo con el autor los valores apropiados son 25 Kcal o 35 Kcal para colecciones más sensibles. Este método sirve para comparar una situación con otra, es decir, anticipar el efecto de un cambio en el clima tomando como punto de partida la expectativa de vida en dicho punto inicial.

Aplicando esta metodología, un papel ordinario como puede ser el papel de diario cuya expectativa de vida estimada es de 45 años en condiciones de guarda de 20°C y 50%, debe ser trasladado a un ambiente en el que la temperatura es de 35°C y la humedad relativa es del 80%. En la primera condición el Isoperm es 1, mientras que en la segunda es 0,03, o sea que su permanencia será del 3%. Si la permanencia estimada original era de 45 años, en esta nueva condición la permanencia será de 16 meses.

Siguiendo los preceptos de las Normas UNI 10829 y 10969¹⁰, Costanzo et al. (2006) desarrollan una metodología para diagnosticar ambientes de conservación de obras de arte. Enfatizan la valoración de la historia climática de las piezas, por lo que se entiende que es un antecedente de la EN 15757. Propone como líneas de acción luego de la etapa de diagnóstico: determinar cuál es el ambiente adecuado para la reducción del riesgo de daño, y el estudio de las condiciones de higrotérmicas de conservación en combinación con el confort humano. En el caso de estudio expuesto en el artículo expresan la necesidad de instalar equipamiento de climatización artificial sólo para satisfacer la necesidad de una pequeña porción de tiempo (7,98%) en el que las variables no se encuentran satisfechas según el criterio de la norma UNI utilizada.

Corgnati y otros (2009) proponen la incorporación de un indicador denominado “performance index” en el que evalúa de manera sintética la calidad microclimática según los requerimientos establecidos para evitar riesgos de conservación. Estos requerimientos son los determinados por la UNI 10829, y la evaluación se realiza con datos de monitoreo tomados en un intervalo temporal intermedio. El índice cuantifica tanto para temperatura como para humedad relativa la proporción de registros en los que la condición no es alcanzada. En este trabajo las variables temperatura y humedad relativa se analizan por separado. Por lo que una sala puede tener muy buen desempeño en una y desempeño regular en otra, y es difícil individualizar cada uno de esos intervalos negativos, que son justamente sobre los que el investigador debe intervenir.

¹⁰ La Norma UNI 10969 fue reemplazada por la EN 15757 en 2011.

En su tesis doctoral, Marco Martens (Martens 2012) investiga el microclima interior en museos de los Países Bajos, regidos bajo normas estrictas para evitar el deterioro de los objetos. El problema a estudiar es el rol del tipo de envolvente y del tipo de control micro climático en la conservación de los objetos en climas fríos. Esto se ve motivado por la tensión que se produce en las capas de la envolvente cuando se producen diferencias altas de temperaturas entre el interior y el exterior y la magnitud espacial que toma el equipamiento, el costo de la energía, y el riesgo que implica para la colección una falla del equipamiento no detectada a tiempo.

Para estudiar estas cuestiones, Martens propone modos de determinar el riesgo de una colección: operaciones estadísticas, el método de evaluación general de riesgo, y el método de evaluación específico. Realiza su investigación sobre una base de casos clasificados en un cuadro de doble entrada ordenado según la calidad de la envolvente, y el nivel de control micro climático existente. En sus conclusiones se muestra contrario a adoptar rangos climáticos rígidos en las salas de conservación debido al daño que provocan a la envolvente del edificio que los contiene. Además, mediante predicciones resultantes de simulación numérica, encuentra que la modificación de estos rangos tiene un impacto mínimo en el riesgo interior y genera un ahorro energético del 25% y la similitud respecto al clima exterior brinda mayor seguridad en caso de fallas del equipo.

Diulio y Gómez (2014) proponen la incorporación de una nueva variable de evaluación de calidad de espacios de conservación llamada índice de resiliencia que permite valorar la estabilidad de la temperatura y la humedad relativa al margen de los máximos y mínimos que admite el criterio adoptado. Este procedimiento permite profundizar el nivel de evaluación cuando el análisis según índice de performance da resultado nulo sin permitir comprender otras variables que influyen positivamente en la conservación del papel, como es la estabilidad de los valores.

Rota et al. (2015) desarrollan un procedimiento de auditoría energética en museos impulsado por el proyecto "Siena Carbon Free" que apunta a reducir las emisiones de CO₂ en edificios de la provincia de Siena. El objetivo es reducir el consumo de energía, pero aumentando la eficiencia y las condiciones climáticas de conservación en el interior de los recintos. La evaluación energética comienza con una encuesta que en este caso ha sido realizada a 43 museos, indagando sobre características de la envolvente, dimensiones de las salas, detalles sobre las instalaciones (equipamiento de climatización, instalación eléctrica, dispositivos de iluminación), operación y mantenimiento del edificio, y aspectos sobre la seguridad. Luego realizan una monitorización de temperatura, humedad relativa e iluminación y analizan consumos y costos de energía para cada museo. El análisis de la información recabada les permite concluir que la mayor oportunidad de reducción de emisiones no se encuentra en una gran intervención estructural, sino en decisiones de la administración: organización y gestión; y en el mantenimiento frecuente de las instalaciones.

Lucchi (Lucchi 2016a, 2016b) elabora una herramienta simple de evaluación de la calidad energética y ambiental aplicable a museos. La autora elabora una serie de 70 indicadores de calidad ambiental agrupados en iluminación, humedad relativa, temperatura, contaminantes, pestes, ruido, políticas adoptadas; y 30 indicadores de calidad energética agrupados en envolvente, instalaciones, fuentes de energía renovables, y compromiso público. Cada uno de los indicadores implica un punto, que se suma a medida que ese indicador se cumple en la institución.

El método conforma una herramienta realmente práctica como criterio uniforme de evaluación, sin embargo, en el caso de la temperatura y la humedad, por ejemplo, no evalúa el resultado de las variables, sino que puntúa el hecho de realizar el monitoreo. En el caso del análisis de la envolvente, indaga sobre la orientación y la existencia de estrategias pasivas de climatización, pero no su adecuado funcionamiento o las propiedades físicas de la envolvente. Respecto de las variables analizadas, las referidas a la temperatura y humedad relativa como variables que inciden sobre la conservación preventiva conforman el 17% del grupo calidad ambiental, mientras que del grupo calidad energética, el 43% corresponden al apartado envolvente.

AÑO	AUTOR	HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN
1994	Sebera	Isoperms
2006	Costanzo	Estudio del clima histórico
2009	Corgnati, Fabi y Filippi	Proporción de tiempo de monitorización en la que se cumple una condición de conservación adoptada.
2012	Martens	Evaluación general de riesgo y Evaluación específica de riesgo.
2014	Diulio y Gómez	Valoración de la capacidad de amortiguar las oscilaciones por medio de la evaluación del índice de resiliencia.
2015	Rota, Corgnati y Di Corato	Evaluación energética, encuesta y monitorización.
2016	Lucchi	70 indicadores de calidad ambiental para museos.
2016	Silva y Henriques	Procedimiento de evaluación para climas templados.

Tabla 2-8: Herramientas de evaluación del DHT en Conservación Preventiva

Silva et al. (2016) desarrollan un procedimiento para evaluar y optimizar el ambiente climático de conservación en museos en clima templado utilizando un conjunto de herramientas de medición. Para ello se basan en funciones de análisis de riesgo de daño utilizando diferentes valores para las variables conocidas, incluyendo el confort de los visitantes. Reemplazan el criterio clásico de conservación de 22° y 50% de HR por un rango método dinámico basado en el clima histórico de las salas, encontrando con ellos un ahorro potencial de energía. El análisis de riesgo de daño de la colección es muy bajo a pesar del funcionamiento ineficiente del equipamiento termo mecánico, lo que les da argumentos para continuar ensayos de optimización dinámica, ya que además de la evidencia de la reducción de la demanda de

energía, observan que no se pone en riesgo ni la conservación ni el confort térmico de visitantes.

A modo de cierre, la Tabla 2-8 resume los textos previamente comentados.

2.3.3 Resultados y modelización

Una vez que se han aislado los indicadores que caracterizan la envolvente y se ha evaluado su aptitud para otorgar a los bienes alojados en su interior condiciones adecuadas para su conservación, es necesario analizarlos conjuntamente y obtener conclusiones que permitan asistir diseños nuevos a futuro. Se mencionan a continuación resultados de investigaciones en las que se utilizan técnicas de inferencia estadística para predecir comportamiento en base al análisis de grupos de casos, y al desarrollo de modelos generalizables replicables.

La investigación de Ramírez de Arellano (1989) parte de la necesidad de simplificar el procedimiento de presupuestar una obra de construcción para una licitación. La complejidad de los subsistemas que componen una obra, y el riesgo que implica un error en el presupuesto lleva a que los mismos se aumenten y falseen. El autor analiza las relaciones entre los subsistemas de la obra; estudia minuciosamente modelos presupuestarios, y finalmente propone un modelo de evaluación de sistemas multivariantes, que consiste en un sistema experto generalizable para asistir al análisis económico de presupuestos de obras de construcción.

Schuler (2000) propone un método con el objetivo de analizar empíricamente y basado en una muestra, el consumo de energía en calefacción y aspectos del edificio regulados por normativas (tipo de apareamiento, antigüedad, superficie) y aspectos socioeconómicos (edad de los habitantes, ingreso anual, cantidad de habitantes) utilizando técnicas de inferencia estadística. En su estudio hallan valores de regresión lineal (R^2) más fuertes en la asociación de consumo de energía en calefacción y características del edificio que sobre los criterios socioeconómicos de los ocupantes. Nuevamente en esta investigación, la envolvente cobra relevancia en consumo de energía frente a la ocupación.

A partir de la necesidad de reducir las emisiones de CO_2 como compromiso de los países europeos al suscribir al protocolo de Kioto, la investigación de Mercader-Moyano (2010) se propone cuantificar las emisiones de CO_2 y el consumo energético a partir de los recursos materiales utilizados en la construcción de edificios en Sevilla, España. Para esto, elabora en base a una muestra de casos, una simplificación del modelo constructivo habitual (MCH) y logra calcular para éste el consumo energético y las emisiones de CO_2 por m^2 de superficie construida.

La metodología que aplica, desde el análisis de una muestra representativa de casos, a la determinación del MCH, y luego desde el estudio de los materiales y sus emisiones, y el cómputo de emisiones de CO_2 por Kg de material, hasta el obtener el valor por unidad de

superficie resultan de interés para esta investigación que pretende, al igual que la autora, establecer una generalización en base a un estudio de casos.

De Wit y Augenbroe (de Wit y Augenbroe 2002) detectan tanto para los resultados de simulación numérica como para el diseño asistido por líneas guía, existe una gran tasa de incertidumbre que sería útil cuantificar porque debe ser informada al responsable de tomar la decisión final del proyecto. En su investigación proponen técnicas para cuantificar las incertezas que provienen de la simplificación de los modelos teóricos, y de la simplificación de los procesos físicos que determinan el comportamiento de un edificio. Estudian dos efectos dominantes: la tasa de intercambio de aire y la distribución de la temperatura en el interior del recinto. Los valores de incerteza obtenidos son balanceados con la opinión de expertos, obteniendo un coeficiente de variación de 0,60.

Fletcher y otros (2015), observan la necesidad de optimizar los métodos de medición del comportamiento térmico de los edificios para obtener resultados más precisos en las simulaciones energéticas. Para orientar este proceso, crean un “árbol de decisión” que sirve para detectar los indicadores que caracterizan cada elemento, la envolvente completa, y el desempeño energético de la envolvente completa brindando una base de datos de variables físicas que los caracterizan como datos de entrada de una simulación. Por ejemplo, transmitancia térmica, capacidad térmica, ganancia solar o coeficiente de ganancia solar, en muros, aberturas, fachadas ventiladas, techos verdes, puentes térmicos, movimientos de aire a través de la envolvente, entre otros. La ventaja de esta herramienta es que está actualizada e incluye todas las variables que pueden afectar el clima interior.

Do Carmo y Christensen (2016) estudian los perfiles de consumo de energía en calefacción en edificios residenciales con la hipótesis de que el consumo es variables dependientes de aspectos edilicios de las viviendas y del comportamiento de sus habitantes. Observan que el comportamiento del usuario es casi tan importante como la constitución física del edificio. En su estudio hallan que las correlaciones más fuertes entre las características del edificio y el consumo de energía en calefacción corresponden a la superficie del piso, el año de construcción y el tipo de sistema de climatización.

En cuando al diseño del modelo, que constituye el objetivo principal de esta investigación, se señala que es una secuencia de procesos que, realizados de manera ordenada, conducen a la satisfacción de un objetivo. El diseño de un edificio requiere que el proyectista tome una serie de decisiones en instancias iniciales que, muchas veces pueden ser contradictorias entre si frente a las premisas planteadas. Un edificio es un sistema complejo, y conocer el efecto de cada uno de sus sub-sistemas en el desempeño final del edificio puede ser una tarea inabarcable. Muchas de estas decisiones son contradictorias, desde la más banal como por ejemplo calidad vs. precio, hasta o acristalamiento e iluminación natural, o acristalamiento y ganancias solares.

Ramírez de Arellano define un modelo como cualquier representación simplificada de un sistema real, ya sea mental o físico, expresada en forma verbal gráfica o matemática. En su investigación, dado que trata un sistema complejo, necesita descomponer el modelo en submodelos según una estructura jerarquizada en etapas (Ortigueira Bouzada 1983; Ramírez de Arellano Agudo 1989). De acuerdo con los objetivos, los modelos se pueden describir en cuatro categorías:

Modelos *cognitivos*: para ofrecer una representación de un sistema existente;

Modelos *previsionales*: para inferir a partir del conocimiento de un sistema en condiciones dadas, cuál será su comportamiento en condiciones no observadas;

Modelos *decisionales*: tienen la función de facilitar la toma de decisiones;

Modelos *normativos*: el papel del modelo es la representación más o menos ideal del sistema a crear poniendo de manifiesto alguna de sus propiedades deseables.

Juan et al. (2010) desarrollan un sistema asistente de toma de decisiones para la rehabilitación de edificios de oficinas, que permite evaluar la condición actual y propone medidas de sustentabilidad para adoptar por los agentes decisores. Proponen un módulo de datos flexible y adaptable a cada región o país. El modelo se ejecuta en tres sucesos: i) la definición de los criterios de sustentabilidad correspondiente para el caso; ii) módulos de asistencia de decisión basado en normas, gestión de datos y algoritmos; y iii) validación del sistema por medio de algoritmos genéticos adoptados para validar la efectividad del algoritmo adoptado.

Otros casos utilizan algoritmos genéticos (Méndez Echenagucia et al. 2015); algoritmos genéticos y TRNSYS (Chantrelle et al. 2011); simulación numérica mediante EnergyPlus (Ascione et al. 2016); con MATLAB y ANFIS para el diseño de un modelo experto controlador de tanto la temperatura como la humedad de un equipo de climatización (Soyguder y Alli 2009); razonamiento probatorio, como proponen (Monghasemi et al. 2015) para la determinación de una solución óptima frente a un abanico de posibilidades que entran en conflicto en la toma de decisiones.

Roberti y otros (2017) presentan un método de evaluación multi criterio para la rehabilitación de edificios históricos, en consideración de tres variables importantes: ahorro energético, confort térmico y conservación. Estos tres sucesos se desarrollan de manera jerárquica, siendo el primero las medidas de eficiencia energética, el segundo el aporte de cada opción de rehabilitación a la conservación, y la última fase es la optimización multi-objetivo que pretende obtener la mejor opción de rehabilitación junto con el confort térmico interior y la demanda energética para climatización. El modelo se aplica a una casa histórica en Bolzano, Italia.

La Tabla 2-9 resume a continuación los diferentes modelos recuperados de la bibliografía.

AÑO	AUTOR	MODELO DE DECISIÓN PROPUESTO
1989	Ramírez de Arellano	Modelo para presupuestar obras basado en un sistema experto.
2000	Schuler	Inferencia estadística para conocer consumo en viviendas basado en minería de datos.
2002	De Wit y Augenbroe	Pruebas de correlación entre consumo simulado y auditado.
2010	Mercader Moyano	Simplificación del MCH y reducción del sistema constructivo hasta obtener emisiones de CO ₂ por m ² construido
2009	Soyguder y Alli	Modelo experto mediante MATLAB y ANFIS
2010	Juan et al.	Modelo para rehabilitación de oficinas en 3 sucesos: criterios de sustentabilidad, normativas, y validación mediante algoritmos genéticos.
2011	Chantrelle et al.	Algoritmos genéticos y TRANSYS
2015	Menéndez Echenagucia et al.	Algoritmos genéticos
2015	Monghasemi et al.	Toma de decisión por medio de razonamiento probatorio.
2015	Fletcher et al.	Árbol de decisión, herramienta que condensa parámetros de simulación.
2016	Ascione et al.	Simulación dinámica con EnergyPlus
2016	Do Carmo y Christensen	Comportamiento del usuario y composición del edificio como factores incidentes en el consumo.
2017	Roberti et al.	Evaluación de rehabilitación de edificios históricos multi criterio, basado en ahorro de energía, confort y conservación.

Tabla 2-9. Variantes de modelos de decisión.

2.4 Conclusiones acerca del estado del arte

La bibliografía analizada se organiza en tres grupos: referencias acerca de todo lo relacionado con monitorización ambiental para conservación preventiva (E1); relacionadas con los edificios, el efecto de la envolvente y métodos de evaluación (E2) y referencias sobre análisis e inferencia y modelización (E3). La Figura 2-2 muestra, de manera ordenada según la etapa antes comentada, la cantidad y el eje temático de cada una de las referencias.

Para la ETAPA 1, se puede ver que el tema de monitorización está bien abastecido, sobre todo considerando que cuenta con normativa internacional que describe los procesos para realizarla. Las publicaciones tratan sobre dos tópicos: el microclima de conservación y el objetivo climático adecuado para las colecciones.

En la ETAPA 2, varios trabajos profundizan sobre el efecto de la envolvente en el clima interior, y respecto de la evaluación del ambiente se observa mayor diversidad de orientaciones (sostenibilidad, rehabilitación de edificios, optimización del diseño, instalaciones).

Al entrar en la ETAPA 3, las referencias ya son menos debido a la mayor especificidad del tema, y esto concuerda con la diversidad de tópicos que tratan: rehabilitación, diseño optimizado, presupuestos, instalaciones y rehabilitación.

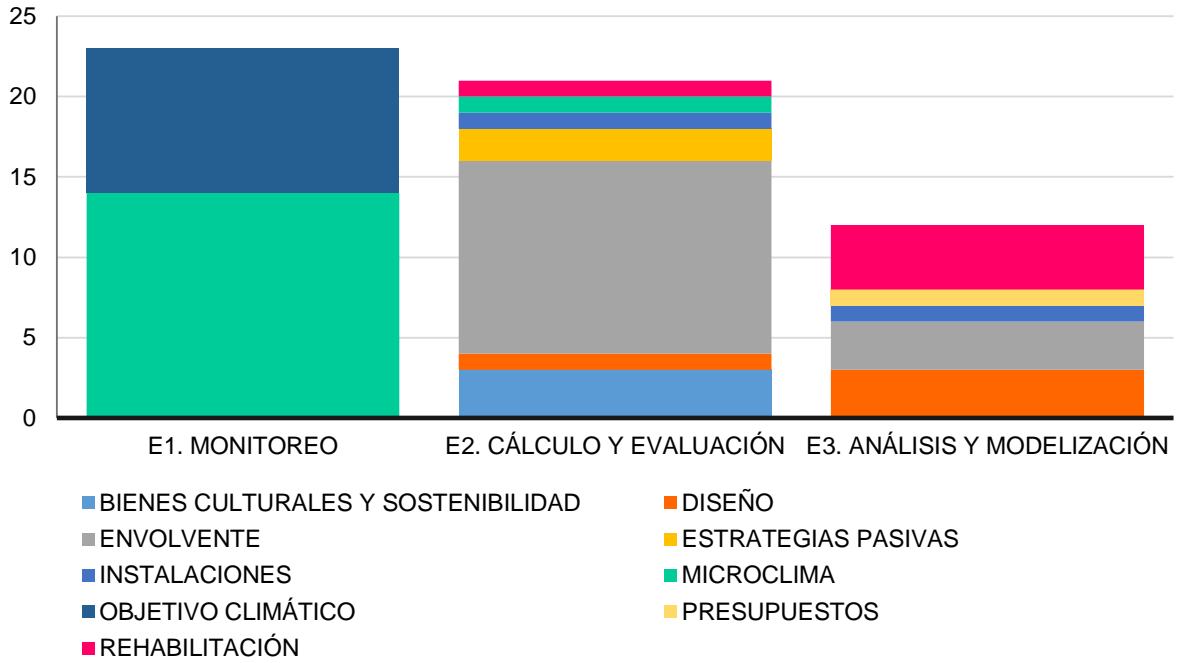


Figura 2-2: Referencias por área según etapa.

En la Figura 2-3 se observa el país de origen de las publicaciones, cuya saturación corresponde a la cantidad de las mismas. Italia es el país con mayor producción, y Martínez-Molina et al. (2016) atribuyen este liderazgo, junto con el resto de los países europeos al turismo que genera la gran cantidad de bienes culturales que se encuentran en estos países, convirtiéndose, la preservación de la cultura, en una actividad económica de relevancia.

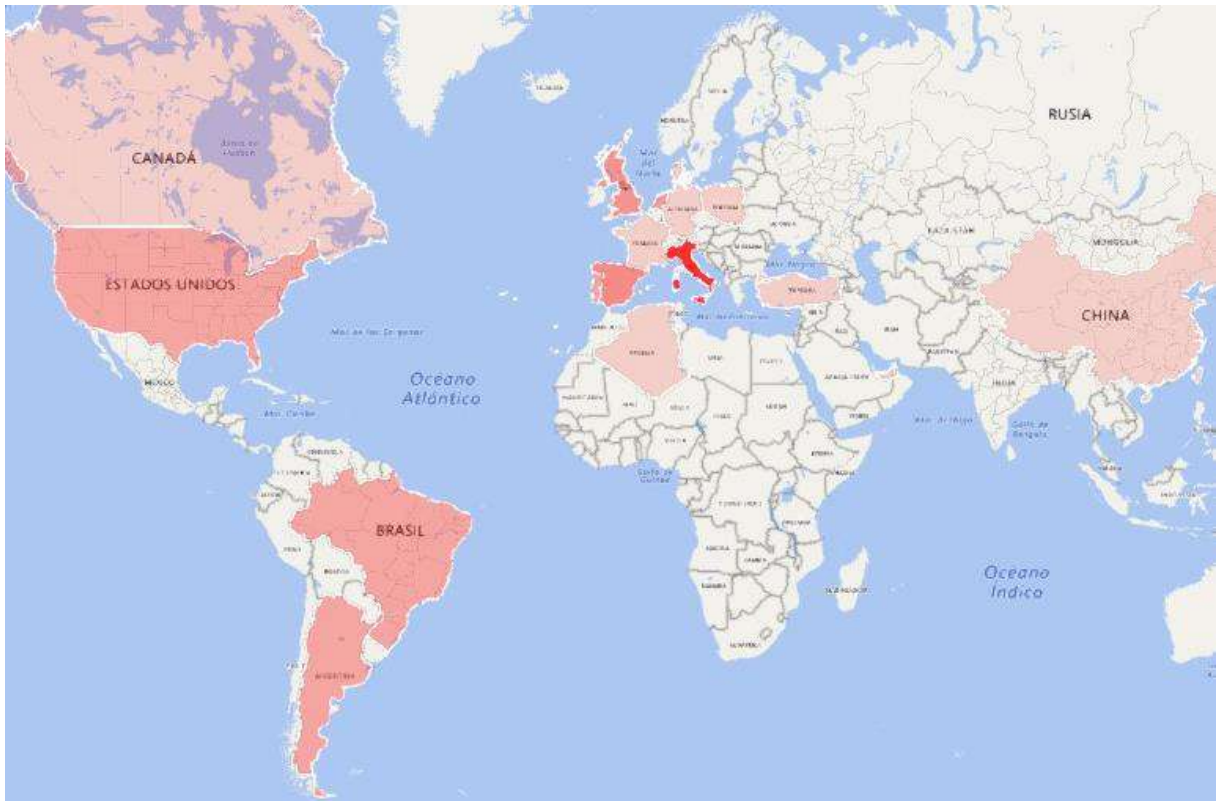


Figura 2-3. Origen de las publicaciones referenciadas.

Una vez revisado el estado actual del conocimiento en lo respectivo al monitoreo higrotérmico de espacios de conservación, subyacen algunos interrogantes que esta investigación pretende atender. El primero es la ausencia de valoración por parte de la norma UN 15757 de las fluctuaciones a corto plazo. Esta cuestión si es considerada por la norma UNI 10829, que da valores límites de oscilación diaria para temperatura y humedad relativa. Silva (2014) también advierte esta ausencia y propone una variación para aplicar en edificios de climas templados, que es el clima donde se realiza la presente investigación.

Otra cuestión cuestionable de la normativa es la demanda de recolección de datos de 13 meses consecutivos para la obtención del objetivo climático pormenorizado, registro a registro, para luego, dada la dificultad de controlar una variable móvil respecto de un rango móvil estos valores se acaben promediando mensual o estacionalmente. Se considera necesario argumentar la justificación de realizar un trabajo tan fino y detallado para luego optar por un valor medio; o si es preferible partir de la obtención de un valor medio y proponer una recolección de datos más ágil.

En cuanto al estudio de las aptitudes de los edificios para favorecer la conservación, se han recabado experiencias sobre el efecto de la envolvente en el confort humano, pero aplicadas a la estabilidad del ambiente para conservación son escasas: Padfield (2014; 2004) y Tse (2016). Esto es una posibilidad de desarrollar una herramienta para un campo sólo parcialmente explorado. Las metodologías de evaluación revisadas no incluyen los parámetros que interesan en esta investigación, o al menos, no con el detalle necesario.

Con respecto a los modelos para asistir al diseño de rehabilitaciones o nuevas edificaciones, la tendencia está orientada a métodos multicriterio de optimización del diseño utilizando herramientas de decisión basadas en iteraciones generadas en algoritmos genéticos, o simulación dinámica. El interés de este trabajo es inferir en base a analogías con casos de referencia, aunque no se descartan los otros métodos para los casos en los que no se cuenta con referentes. Esto orienta el objetivo a los trabajos de Ramírez de Arellano (1989) y Mercader Moyano (2010).

3. OBJETIVOS

Luego de la revisión bibliográfica, que permitió conocer el avance de la disciplina y hallar las carencias, se desarrollan en extenso los objetivos de esta investigación. Partiendo de la hipótesis de que es posible predecir la influencia de la envolvente en las características el clima interior de los ambientes de conservación, y basando esta afirmación en el estudio de los resultados de una evaluación realizada en casos afines, surgen las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo se determinan las condiciones de temperatura y humedad relativa que permiten extender la vida de las colecciones en guarda?

¿Cuáles son los factores más influyentes de la piel de un edificio de conservación en el desempeño higrotérmico?

¿En qué proporción se puede predecir el nivel de desempeño higrotérmico conociendo las características de la envolvente de las salas de edificios de conservación?

Estas preguntas son el eje conductor del objetivo que busca satisfacer la tesis: **elaborar un modelo replicable que, basado en una muestra de estudio acorde a los objetivos, permita detectar los factores de mayor influencia de la envolvente de un edificio en el desempeño higrotérmico resultante en su interior, según parámetros determinados por la conservación de los bienes que el edificio contiene.**

Los objetivos secundarios esperan responder a las preguntas formuladas y se desarrollan en etapas a continuación.

1. Monitorizar la muestra de edificios para conocer su desempeño;
2. Determinar una condición climática admisible para conservación;
3. Definir descriptores de los edificios que puedan conformar indicadores simples y comparables entre distintas salas de conservación;
4. Desarrollar un protocolo de evaluación higrotérmica basado en los datos del monitoreo;
5. Comprobar la asociación entre rasgos descriptores y las condiciones evaluadas;
6. Desarrollar un modelo de análisis basado en esta metodología.

Objetivo 1. Monitorizar la muestra de edificios para conocer su desempeño.

Realizar un diagnóstico adecuado, es decir, “recoger y analizar datos para evaluar problemas de diversa naturaleza”¹¹ es la primera medida para enfrentar cualquier intervención de mejora. Este objetivo tiene entonces el fin de confeccionar un protocolo que regule la acción de recoger los datos que van a facilitar el análisis. La recolección de datos debe estar controlada por pautas que permitan que el proceso garantice una representación fiel de la realidad.

Objetivo 2. Determinar una condición climática admisible para conservación.

Este objetivo pretende esgrimir la meta a alcanzar desde el punto de vista de la temperatura y la humedad. Como se ha comentado previamente, no es correcto aspirar a obtener un rango ideal fijo de conservación para todos los materiales, en todos los climas, y en todas las clases de edificios. Y las normas revisadas no valoran las distintas variables que influyen en el deterioro de los materiales. Por este motivo, la automatización del proceso de determinación del objetivo climático es una meta a cumplir.

Objetivo 3. Definir descriptores de los edificios que puedan conformar indicadores simples y comparables entre distintas salas de conservación.

Este objetivo espera resumir la complejidad de las partes que componen un edificio en indicadores simples representativos. Contar con esta información de manera condensada hace viable el análisis posterior. Estos indicadores se clasifican en dos grupos, los que describen la envolvente, que se presumen independientes; y los que describen el clima interior, o dependientes.

Objetivo 4. Desarrollar un protocolo de evaluación higrotérmica basado en los datos del monitoreo.

El análisis de los datos obtenidos en el objetivo 1, respecto de los valores de referencia determinados por el objetivo climático del objetivo 2, es un proceso delicado dada la cantidad de registros que se manipulan. Este objetivo tiene el fin de permitir un análisis automatizado que permita una evaluación más veloz y con menos error.

Objetivo 5. Comprobar la asociación entre rasgos descriptores y las condiciones evaluadas.

Se considera un proceso fundamental para la propuesta de pautas, y previo a la generalización del modelo, encontrar cuál es el grado de asociación entre la envolvente y el clima interior. A los indicadores que revisten asociaciones más fuertes se los denomina factores más influyentes, y dado que el efecto que producen viene asociado a una variable

¹¹ © Real Academia Española, 2017.

previamente aislada, se infiere que la réplica de esta característica produce un efecto análogo en otro espacio de conservación.

Objetivo 6. Desarrollar un modelo de análisis basado en esta metodología.

Los objetivos comentados anteriormente se desarrollan para resolver un caso puntual en base a un conjunto de casos de referencia limitado. Sin embargo, el aporte más sustancial de este trabajo aspira a elaborar un modelo que almacena con el uso sucesivo las experiencias de manera que la base de datos se amplía y perfecciona para obtener datos más precisos. De esta manera ya no sería necesario contar con un cuerpo de edificios de referencia de los que realizar las inferencias, sino que a medida que el modelo se perfecciona puede dar respuestas más rápidas y exhaustivas.

El modelo completo se desarrolla para un proyecto en La Plata, Argentina; sin embargo, su aplicación en una biblioteca en Sevilla ha logrado establecer el objetivo climático de 2 salas que ocuparon la sede de la Universidad de Sevilla en la Real Fábrica de Tabacos, y han debido trasladarse al nuevo edificio de Avenida de Eritaña.

4. METODOLOGÍA

La metodología que se propone como medio para alcanzar los objetivos se estructura en 3 etapas: ETAPA 1 de monitorización; ETAPA 2 de cálculo y evaluación; y ETAPA 3 de asociación y modelización. La Figura muestra en paralelo a cada objetivo, cuál es la herramienta a utilizar para realizarlo.

ETAPA	OBJETIVO	METODOLOGÍA
1	<ul style="list-style-type: none">• Monitorear la muestra de edificios para conocer su desempeño;• Determinar una condición climática admisible para conservación;	<ul style="list-style-type: none">• Desarrollo de un protocolo de monitorización;• Aplicación de la norma 15757 con variaciones para la determinación del Objetivo Climático (OC)
2	<ul style="list-style-type: none">• Definir descriptores de los edificios que puedan conformar indicadores simples y comparables;• Desarrollar un protocolo de evaluación higrotérmica basado en los datos del monitoreo;	<ul style="list-style-type: none">• Planteamiento de hipótesis que argumenten la elección de descriptores;• Elaboración de variables y delimitación de indicadores;• Definición de variables de desempeño higrotérmico;• Definición de indicadores de desempeño higrotérmico;
3	<ul style="list-style-type: none">• Comprobar la asociación entre descriptores y condiciones evaluadas;• Validar el modelo	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de inferencia estadística;• Generalización del modelo.

Figura 6. Esquema metodológico.

4.1 Etapa metodológica 1

El punto de partida es la necesidad de diseñar un proyecto para un edificio en el que exista una prioridad orientada hacia la conservación preventiva de los objetos que se guardan en su interior. La premisa es alcanzar mediante la aplicación de estrategias pasivas las condiciones

micro-climáticas de temperatura y humedad relativa que estas salas requieren, de manera tal de minimizar la demanda energética en acondicionamiento y permitir que el microclima se conserve aún en ausencia de fuentes auxiliares de climatización.

La primera intervención de la etapa es desarrollar un método que permita recolectar información sobre los valores que alcanzan la temperatura y la humedad relativa en ambientes de conservación actualmente en funcionamiento. Para esto se utilizan normas internacionales sobre monitorización continua ajustadas para un mejor resultado en base a las críticas y dificultades señaladas por otras experiencias regidas en el estado del arte.

La segunda intervención de la etapa consiste en desarrollar una herramienta que facilite la detección, en base a los datos recogidos en la primera intervención, cuál es el objetivo climático ideal para una colección. Esta acción va a permitir que la evaluación posterior se realice utilizando un criterio adaptado a cada caso, y contemplando la historia climática de cada colección.

4.2 Etapa metodológica 2

En esta etapa los objetivos son reducir la complejidad de rasgos que caracterizan a los edificios a una serie limitada de indicadores que permitan describir los casos cualitativamente. Por una parte, este procedimiento se realiza para las características físicas de la envolvente, y por otra parte para el desempeño climático alcanzado según el criterio de la ETAPA 1.

La primera intervención consiste en elaborar las hipótesis que suponen un efecto positivo en el clima interior de un recinto, con la presunción de que el efecto es atribuible a la envolvente. Para ello se toman indicios de otras investigaciones recabadas en la revisión bibliográfica que han probado el efecto de alguna propiedad de la envolvente (superficie, inercia térmica, transmitancia térmica) en alguna unidad de evaluación del interior (confort humano, consumo de energía en calefacción, riesgo de las colecciones).

La segunda intervención de esta etapa es la elaboración de las variables en base a las hipótesis desarrolladas, el procedimiento de cálculo y las escalas de medición para cada una de ellas.

Para el segundo objetivo de esta etapa, la primera intervención consiste en definir los indicadores que mejor describen el desempeño higrotérmico en base a los riesgos de daño que explica la bibliografía. La elaboración de los umbrales de admisibilidad de los indicadores constituye la última intervención de esta etapa.

4.3 Etapa metodológica 3

En la tercera y última etapa, se espera obtener como resultado la detección de los factores más influyentes, y estructurar los procedimientos de manera tal de adaptar este modelo a su replicabilidad en otros campos.

Para el primer objetivo, que espera encontrar cuáles son los descriptores de la envolvente que mejor describen el clima interior, se utilizan herramientas de inferencia estadística. El razonamiento inductivo es utilizado para establecer similitudes entre un grupo de casos que conforman los edificios de referencia, como base para inferir un comportamiento análogo en el proyecto optimizado. Siguiendo esta corriente, es posible predecir un resultado basado en el resultado de una muestra de casos representativa, mientras que ésta se encuentre bajo las mismas condicionantes del caso a obtener.

El último objetivo de esta etapa es planificar la réplica de esta sucesión de procedimientos en diferentes contextos. Para ello se diseña un modelo que, a modo de motor de inferencias, alimenta una base de datos que permita dar respuesta a los interrogantes planteados en base a las experiencias previas acumuladas. La principal utilidad de esta modelización es que, por tratarse de edificios singulares (bibliotecas) muchas veces no existen edificios que puedan ser utilizados como referencia. En la medida en que la base de datos crece y se perfecciona, la calidad de los resultados tiende a ser más precisa y específica.



SEGUNDA PARTE

5. ETAPA 1

MONITORIZACIÓN

La Real Academia Española define la monitorización como la observación del curso de uno o varios parámetros fisiológicos o de otra naturaleza mediante aparatos especiales para detectar posibles anomalías. Este procedimiento también se denomina monitoreo, derivado del cuerpo de la bibliografía anglosajona e italiana, donde se lo menciona como *monitoring*, o *monitoraggio*, o monitoreo para referirse a seguimiento, análisis, control, supervisión. En este trabajo se interpretan como sinónimos, sin embargo, se prefiere la versión castellana de monitorización.

En este capítulo se describe el procedimiento propuesto para la monitorización con instrumental de precisión, de dos variables que, en caso de alcanzar valores incorrectos, generan perjuicios para los materiales que se pretenden conservar. El objetivo de este procedimiento es diagnosticar una condición peligrosa, y conocer las condiciones climáticas a las que los bienes se han adaptado.

5.1 Protocolo de monitorización

El monitoreo o monitorización medioambiental es una herramienta de diagnóstico mediante la cual se reconocen las características del clima de las salas en las que se depositan bienes a conservar. El monitoreo puede tener como objetivo medir la eficiencia de un equipo de climatización, registrar la presencia de personas en los ambientes, se puede utilizar para activar o interrumpir sistemas de ventilación, pero en este caso se utiliza con el fin de comparar la situación encontrada con la condición esperada. La situación esperada deriva de estudios mediante los cuales expertos recomiendan una condición basados en experiencias. Para esta investigación, la condición esperada se analiza en el apartado “Determinación del objetivo climático”.

Las mediciones continuas tienen el objetivo de poner en evidencia las variaciones horarias, diarias o estacionales de las variables observadas. Tales mediciones deben consistir en registros por intervalos de tiempo significativos de los valores de temperatura y humedad relativa del aire, para obtener un perfil higrotérmico de la sala. Estas campañas de monitoreo ambiental deben realizarse con instrumental específico de precisión ya que las variables no son detectables sensorialmente, y además el instrumento debe registrar y almacenar automáticamente los datos debido a que la medición debe continuar aun cuando no hay personal ni visitas.

La monitorización ambiental es una práctica habitual, utilizada con diversos objetivos, y validada por numerosa bibliografía internacional (Ver pág. 21). Se han desarrollado investigaciones preliminares utilizando estas técnicas en la Ciudad de La Plata, y Ciudad de Buenos Aires, y durante los últimos años se han presentado resultados parciales en eventos y publicaciones (Diulio y Gómez 2014; Diulio, García Santa Cruz y Gómez 2015; Diulio et al. 2015). En este apartado, a modo de guía de recomendaciones para futuras campañas de monitorización, se comenta el procedimiento propuesto tomando en consideración las normativas, pero fundamentalmente realizando un aporte sobre aspectos operativos que no están descritos en las normas, y que se basan en la experiencia de una importante cantidad de campañas realizadas.

5.1.1 Monitorización puntual

La norma italiana UNI 10829 sobre medición y análisis en ambientes de conservación (UNI 1999) propone en su apartado 5 denominado “Relevamiento del espacio temporal de la temperatura y la humedad relativa del aire” un estudio en dos fases: la primera indica relevar la temperatura y la humedad relativa mediante instrumento portátil en cada nodo de una grilla virtual espacial de 5 m. de lado a una altura de 1,5 m. para tomar conocimiento de los valores locales de las variables. A partir de los datos obtenidos en esta primera fase se seleccionan los puntos de interés para la medición continua.

Para este fin es muy conveniente haber realizado previamente una visita para conocer la magnitud del espacio a analizar, de manera tal de asistir con un plan de monitorización premeditado. Tener previamente una planimetría del edificio facilita la tarea de anotación de los valores recogidos porque permite registrar el sitio de medición en el papel, en lugar de una referencia a una situación particular de la sala que pierde el sentido una vez que los datos se pasan “en limpio” al finalizar la campaña.

El instrumento portátil de medición no necesita tener tanta precisión como el de medición continua. Sin embargo, como el objetivo es detectar las diferencias entre los diferentes nodos de la grilla, y el relevamiento de las salas debe hacerse en un período de una hora para evitar que cambios climáticos influenciados por el clima exterior desvíen el resultado. Por este motivo, es importante que el instrumental de mano tenga una velocidad de respuesta de un minuto o menos, el mismo que el de medición continua. En la Figura 5-1, se observa el ELSEC, herramienta utilizada para la medición puntual.

El ELSEC es un instrumento especialmente diseñado para la conservación de bienes alojados en museos, y permite medir tres factores fundamentales de daño asociados a la luz: radiación ultravioleta (UV) contenida en la iluminación, en micro vatios por lumen ($\mu\text{W}/\text{lumen}$); la radiación UV total en mili vatios por metro cuadrado (mW/m^2) y la iluminancia o nivel de iluminación (lux). Además, posee un sensor de humedad capacitivo y mide en un rango de 0 a 99% con una precisión de 3,5% entre 10% y 90%, o 5% por fuera de este rango. El sensor de temperatura tiene una precisión de $0,5^\circ\text{C}$ (Littlemore Scientific Engineering 2015).

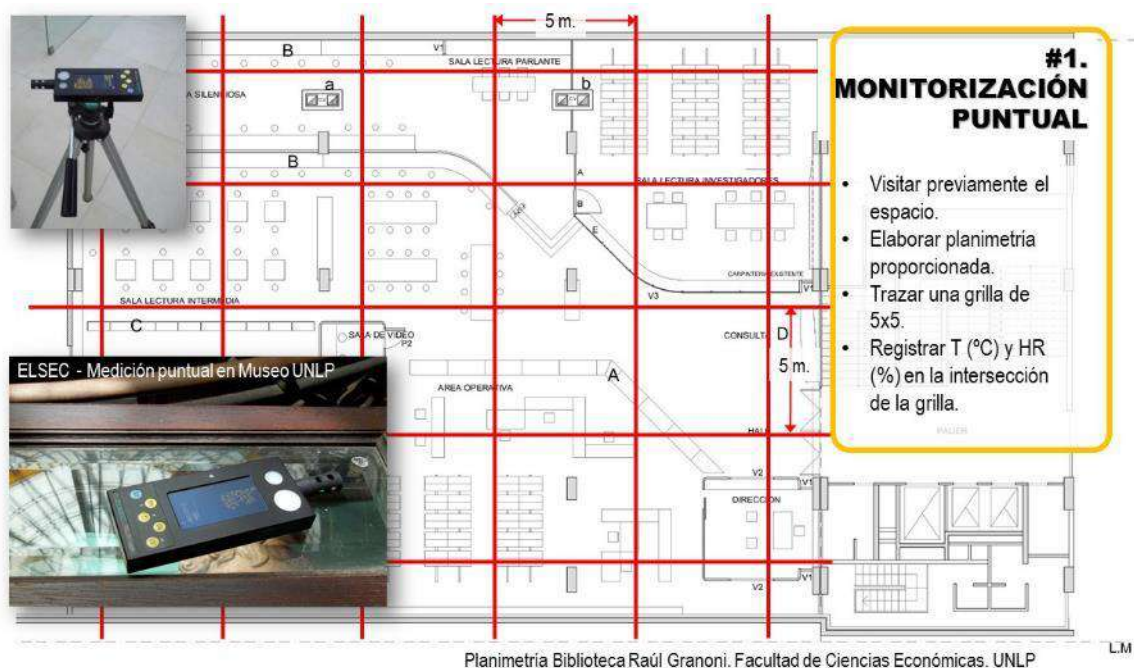


Figura 5-1. Procedimiento monitorización puntual.

El criterio para la selección de los puntos de medición continua puede estar determinado por la ubicación de una pieza singular, o por las variaciones obtenidas: partir de los resultados de

la primera fase, se delimitan zonas en las que la diferencia entre la T y la HR registrada es menor a 2° C y 5% respectivamente. El centro de cada una de esas zonas es el punto recomendado para realizar la medición en continuo, correspondiente a la Fase 2.

5.1.2 Elección del instrumental

Los registradores de datos inalámbricos o *dataloggers* (DL) son instrumentos que miden, registran y almacenan información sobre temperatura y humedad relativa en un intervalo de tiempo seleccionado por el investigador. El tiempo máximo por el cual se puede prolongar la medición depende de la memoria disponible del dispositivo, y de la duración de la batería de alimentación.

Instrumento	Termómetro para la temperatura del aire
Intervalo de medición	-20° C a 60° C
Incertidumbre	Requerida 0,5° C. Deseable 0,2° C
Repetibilidad	0,1° C
Resolución	0,1° C
Tiempo de respuesta	No superior a 60 segundos
Estabilidad	± 0,2 °C/año

Tabla 5-1. Requerimientos mínimos de los instrumentos de medición de temperatura.

La Norma EN 15758:2010 (EN 2010) sobre procedimientos e instrumentos para la medición de la T del aire y de las superficies de los objetos en el contexto de la conservación del patrimonio cultural, brinda recomendaciones relativas a los métodos de medición y a las características del instrumental. Esta norma recomienda para la medición el uso de termómetro para la temperatura del aire con una incertidumbre de 0,5°C, resolución de 0,1°C y un tiempo de respuesta menor a 60 segundos (Tabla 5-1). Enfatiza en maximizar la protección de los sensores frente a la radiación solar, artefactos de iluminación o calefacción que puedan alterar los resultados de la medición.

Respecto de la humedad relativa, la Norma EN 16242:2012 (EN 2012) sobre procedimientos e instrumentos para medición de humedad en el aire e intercambios de humedad entre el aire y los bienes culturales, recomienda realizar las mediciones del aire sin interferencia de objetos, colocando los sensores a un metro de distancia de los muros o directamente en el centro de la habitación. Para un grado de precisión medio, la Norma recomienda el uso de higrómetros electrónicos capacitivos o resistivos para las campañas de monitorización continua. Los requisitos para los instrumentos son tener un rango entre 5% y 95% para temperaturas entre 10° y 50 °C, 3% de incerteza, 2% de repetibilidad, 1% de resolución y un tiempo de respuesta de 2 minutos (Tabla 5-2).

Instrumento	Psicrómetro electrónico capacitivo
Intervalo de medición	5% a 95% entre -10 °C y 50 °C
Incertidumbre	3%
Repetibilidad	2%
Resolución	1%
Tiempo de respuesta	≤ 5 minutos, deseable ≤ 2 minutos
Estabilidad	± 2% / año

Tabla 5-2. Requerimientos mínimos de los instrumentos de medición de la humedad relativa.

La Figura 5-2 ilustra dos alternativas de datalogger, Onset y Testo, y dos situaciones de colocación: ajustado mediante precintos para casos en los que se colocan en lugares de paso y altamente vulnerables, y en sitios raramente accesibles, donde se aprovechan salientes preexistentes -como es el caso del clavo en la fotografía- para fijar los sensores en el intervalo de tiempo necesario.



Figura 5-2. Procedimiento elección instrumental.

5.1.3 Revisión del instrumental

Los sensores capacitivos de los higrómetros electrónicos están fabricados de un material polimérico que alcanza un equilibrio con la humedad relativa del ambiente. El contenido de la humedad de equilibrio influye en la capacitancia dieléctrica¹ como una consecuencia del vapor de agua absorbida, y así calcula el valor de humedad relativa del ambiente. Este sensor no puede calibrarse, sino que una vez contrastado con un sensor de referencia, que posea mayor

¹ Capacidad de mantener la carga eléctrica.

precisión como un higrómetro de punto de rocío o psicrómetro electrónico, y se verifique que presenta fallos respecto del instrumento de referencia, debe reemplazarse.

Los termómetros para la temperatura del aire deben calibrarse periódicamente de acuerdo con la Norma EN ISO 7726 (2002), o al menos uno de ellos denominado instrumento primario, que servirá para contrastar la calidad técnica de los restantes.

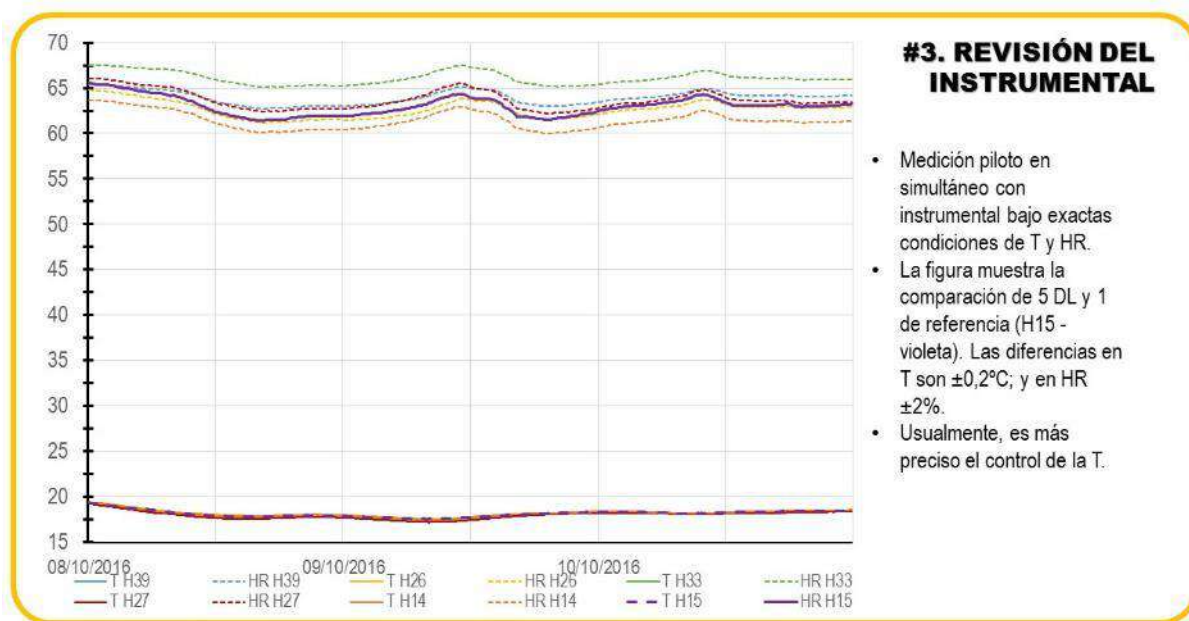


Figura 5-3. Procedimiento para la revisión del instrumental.

Antes de colocar los sensores en el sitio seleccionado, una prueba simple para contrastar la precisión del instrumental es realizar una medición simultánea de un período de tiempo en condiciones ambientales exactamente iguales para todo el instrumental. De esta manera es posible saber si el instrumental está calibrado, y en caso de que no lo esté, es posible conocer el margen de error (Figura 5-3). La ventaja de realizar este procedimiento es que, cuando la institución no posee recursos para reemplazar los sensores, al menos puede utilizar los existentes y calibrar los resultados en base al error conocido.

5.1.4 Colocación, retiro y descarga del instrumental




Los períodos de monitorización a adoptar están ligados a los objetivos por los cuales se realiza el programa de medición: por un lado, puede utilizarse para realizar un diagnóstico del comportamiento termo-higrométrico general del local, u orientar posibles intervenciones en sistemas de acondicionamiento, en este caso el programa de medición debe ser realizado durante todo un año. En climas caracterizados por variaciones de las condiciones ambientales externas no particularmente rápidas, el programa de medición puede ser realizado en solo cuatro meses, cada uno elegido dentro del período central de cada estación, como es el caso de la ciudad de La Plata. Otro caso podría ser controlar la modificación de las variables ambientales en un período específico, para lo que la norma UNI 10829 indica realizar la

medición en el intervalo de tiempo que es objeto de estudio, y por un período de tiempo no menor a 15 días.

La frecuencia de muestreo se debería adaptar a la escala de tiempo, a la dinámica y a las fluctuaciones de los fenómenos que se están investigando, de manera de no perder sucesos relevantes que ocurran en el centro del intervalo. Para estudios en bibliotecas, archivos y museos, y en consideración de los intervalos que adoptan otras investigaciones (ver Capítulo 2, apartado 3.1), se propone la adopción de un intervalo de 30 minutos, es decir 48 registros diarios, comenzando a las 00:00 h del día siguiente al que se coloca el instrumento en el sitio a registrar.

Los dataloggers (DL) tienen una gran capacidad de memoria para almacenar registros, y esto permitiría la adopción de intervalos más breves, pero, en períodos de medición anuales, la cantidad de datos recogidos es muy elevada, y acortar los intervalos implica una dificultad en el análisis de los datos acumulados.

Puede darse el caso de que todos los DL que se utilicen sean idénticos, del mismo modelo, y la información que va a recolectar cada uno pertenece a distintos ambientes, o, por lo menos, a ambientes con distintas características higrotérmicas, como se determina en la Fase 1. Para asegurar la perfecta asociación de los datos al lugar donde el sensor se coloca, es conveniente rotular la cubierta del DL al momento de configurarlo, colocándole el nombre del sitio tanto al DL como al archivo del registro. De esta manera el procedimiento de colocación se reduce a ubicar cada DL en el lugar determinado. Esta advertencia tiene el fin de evitar el intercambio accidental de datos, y atribuirle a un espacio las propiedades higrotérmicas erróneas.

#4. CONFIGURACIÓN

- Rotular DL: nombre y ubicación.
- Configurar comienzo de registro a las 00:00 h del día posterior a la colocación.
- Intervalo de registros cada 30 minutos.
- Al retirar, verificar que cada DL se encuentra en el mismo sitio donde se colocó.
- En Excel, ordenar cronológicamente; descartar residuo de registros finales.

1 Título de trazado: H85 S/N: 10582420					
2 N°	Fecha	Tempo	Gl Temp	°C	HR %
3	1	11-Feb 00:00:00	28,00	55,97	
4	2	11-Feb 00:10:00	28,00	54,96	
5	3	11-Feb 00:20:00	28,00	54,97	
6	4	11-Feb 00:30:00	28,00	54,91	
7	5	11-Feb 00:40:00	28,00	54,85	
8	6	11-Feb 00:50:00	27,98	54,89	
9	7	11-Feb 01:00:00	27,96	54,85	
10	8	11-Feb 01:10:00	28,00	54,97	
11	9	11-Feb 01:20:00	27,96	55,03	
12	10	11-Feb 01:30:00	27,98	55,01	
13	11	11-Feb 01:40:00	27,96	54,99	
14	12	11-Feb 01:50:00	27,95	54,97	
15	13	11-Feb 02:00:00	27,95	54,99	
16	14	11-Feb 02:10:00	27,96	54,99	
17	15	11-Feb 02:20:00	27,95	55,02	
18	16	11-Feb 02:30:00	27,95	54,99	
19	17	11-Feb 02:40:00	27,95	55,00	
20	18	11-Feb 02:50:00	27,95	54,85	
21	19	11-Feb 03:00:00	27,95	54,89	
22	20	11-Feb 03:10:00	27,95	54,91	
23	21	11-Feb 03:20:00	27,93	54,86	
24	22	11-Feb 03:30:00	27,93	54,85	
25	23	11-Feb 03:40:00	27,93	54,79	
26	24	11-Feb 03:50:00	27,93	54,67	
27	25	11-Feb 04:00:00	27,85	54,70	
28	26	11-Feb 04:10:00	27,93	54,37	
29	27	11-Feb 04:20:00	27,93	54,26	
30	28	11-Feb 04:30:00	27,91	54,21	
31	29	11-Feb 04:40:00	27,81	54,13	

Figura 5-4. Procedimiento para la configuración y lectura del instrumental.

La Figura 5-4 muestra uno de los DL fijado a una estantería mediante precintos, en una caja-pase estanca de PVC, de uso en instalaciones eléctricas, a la que se le han practicado perforaciones de manera de igualar la condición del interior de la caja al ambiente de la biblioteca. Esta medida de seguridad se toma para proteger el instrumental -que es escaso y costoso- de posibles actos de vandalismo.

Superado el plazo determinado para la monitorización, los datos se deben almacenar ordenadamente para su procesamiento. Al organizar los datos en una hoja de cálculo se recomienda mantener el orden cronológico y descartar los datos que no pertenezcan al último día completo en el recinto a evaluar. Los datos registrados desde el día del retiro del instrumental hasta la descarga del mismo se consideran residuos y no deben ser contemplados para el análisis.

5.2 Determinación del objetivo climático

Una vez culminada la etapa de recolección de datos se procede a calcular el objetivo climático (OC), que es el intervalo de referencia para el cual se asegura la mejor conservación de cada colección. Consiste en otorgar límites superiores e inferiores a la T y a la HR, aceptados como adecuados para fines conservativos. Es posible que, de acuerdo con la sensibilidad del objeto a preservar, un experto solicite directamente estos valores, pero dado que ese caso es la excepción, se propone una metodología que permite satisfacer las necesidades de la sala en su generalidad. En ese caso, el arquitecto puede hacer uso de las recomendaciones que proporcionan los estándares.

Originalmente, el OC se determinaba mediante la recomendación de un valor de temperatura y humedad relativa junto con un pequeño margen de variaciones admisibles. El valor adoptado debía estar dentro de un rango limitado de valores, dependiendo de las características y de la sensibilidad de material a conservar. Como se ha comentado en la revisión bibliográfica, mantener estas condiciones es muy complejo y costoso: en climas extremos es oneroso desde la instalación del equipamiento hasta su operación y mantenimiento. Además, la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior provoca riesgo de condensación superficial e intersticial, que trae aparejado el deterioro de las envolventes, sobre todo en edificios históricos (Henry 2007; Živković y Džikić 2015; Artigas 2007; Padfield et al. 2014).

El problema de la determinación de rangos fijos de temperatura y humedad relativa en climas templados, es que los edificios suelen carecer de equipamiento completo de climatización (aire acondicionado, calefacción y ventilación), y en muchos casos utilizan estrategias pasivas de acondicionamiento para acercar el clima interior al objetivo (Maekawa y Toledo 2001; Maekawa et al. 2011; Maekawa y Toledo 2011; Gómez. Analía, Corredera y Ugarte 2005). La ausencia de aire acondicionado limita la posibilidad de que la temperatura descienda al valor

predeterminado. En estos climas, el exceso de humedad relativa es un inconveniente máximo durante la media estación.

Todas estas cuestiones comenzaron a ser evidenciadas hasta lograr que entes internacionales, como ASHRAE² y CEN³ se flexibilizaran e incluyeran la prescripción de un ambiente determinado por la historia climática de cada colección. La Norma Europea UN 15757:2010 proporciona especificaciones para el control de la T y HR con el fin de limitar el daño mecánico inducido por el clima a materiales higroscópicos. Cuando, luego de una evaluación del estado de conservación de los bienes almacenados, se ha comprobado que el microclima no es dañino, se puede preservar el clima histórico del sitio donde el objeto ha sido conservado y se ha aclimatado. Para conocer el clima histórico se deben analizar los datos de monitorizaciones previas, y obtener la variación estacional y las fluctuaciones de corta duración (Figura 5-5).

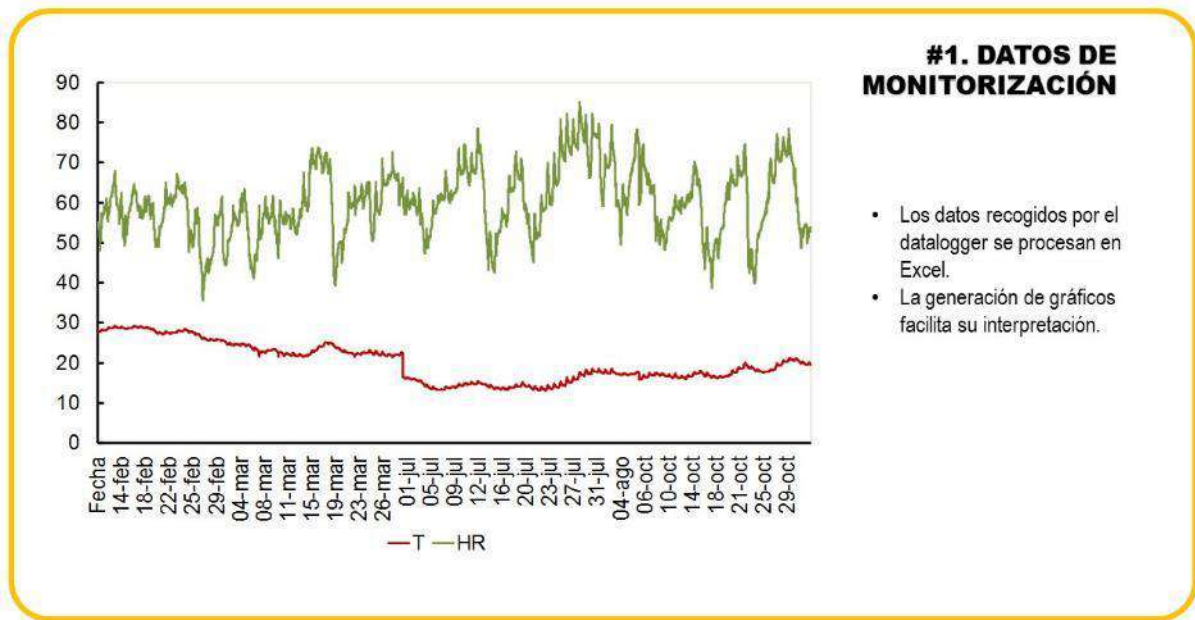


Figura 5-5. Datos de monitorización.

La aclimatación es el proceso mediante el cual, los materiales que han sido expuestos durante períodos prolongados a un determinado ambiente, con el tiempo y a medida que las fluctuaciones de T y HR acumulan suficientes esfuerzos internos para producir roturas, estas roturas se abren y cierran como si fueran juntas de dilatación, permitiendo un intervalo más amplio de fluctuaciones aceptables de T y HR. Esta adaptación a las fluctuaciones no debe interpretarse como un factor positivo ya que dichas fisuras internas en realidad constituyen una forma de daño (Comité Europeo de Normalización 2010). Cualquier variación que

² ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers

³ CEN: Comité Europeo de Normalización

modifique las oscilaciones, aun virando hacia una condición que puede parecer más adecuada, conlleva una nueva aclimatación, y deviene en nuevos daños.

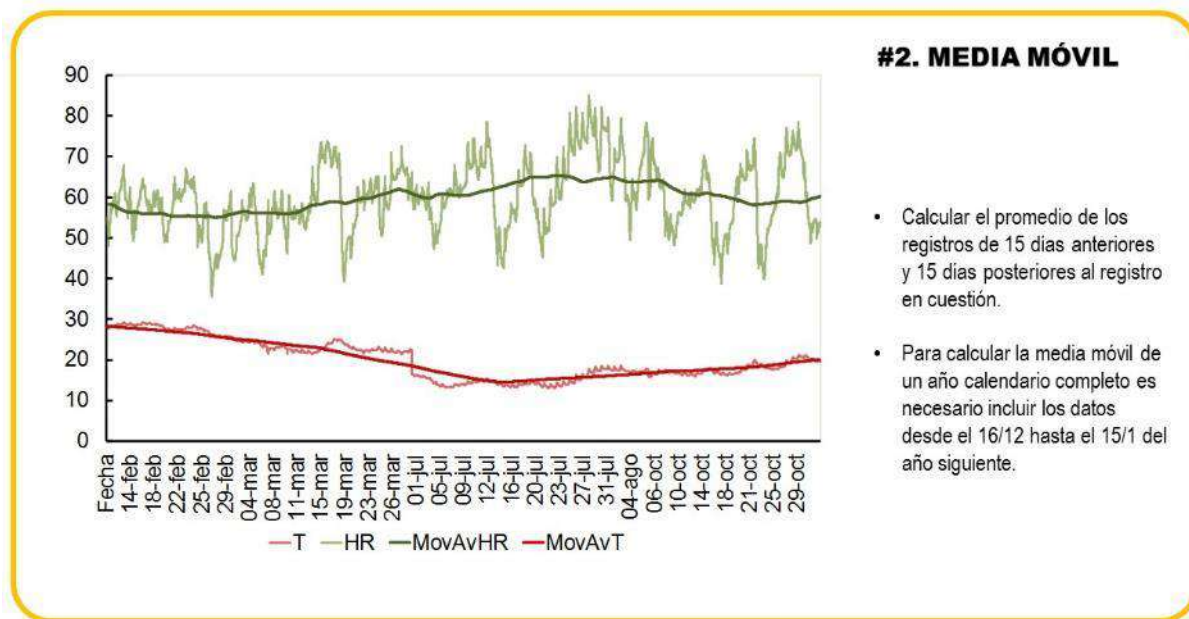


Figura 5-6. Cálculo de la media móvil.

Para evitar esta posibilidad, la EN 15757 indica conocer la variación estacional, que es el promedio móvil de los registros horarios de los 15 días previos y los 15 días sucesivos a cada lectura individual (Figura 5-6). Las fluctuaciones de corta duración son la diferencia entre la lectura en curso y la media móvil del día 30 calculada para esa lectura. Los límites se obtienen ordenando las fluctuaciones desde el valor mínimo negativo hasta el valor máximo positivo. En ese orden, se excluyen los valores incluidos dentro del percentil 93^o y el percentil 7^o de dicha diferencia (Figura 5-7). Si del procedimiento resulta que las fluctuaciones de humedad relativa permitidas para el intervalo son inferiores al 10%, la norma considera que es innecesariamente estricto y permite la adopción de este último. Es decir que el 14% de las mayores fluctuaciones se descartan para evitar los riesgos que implican las crestas y los valles en los registros.

La Figura 5-8 muestra las dispersiones ocurridas en la humedad relativa de la muestra que se toma como ejemplo. En este esquema, la línea quebrada denominada media móvil se representa como una recta horizontal con valor 0, ya que la línea quebrada es, ahora, la diferencia entre la media móvil y el valor de HR para cada registro. Los valores superiores a 0 indican el registro tiene una humedad superior a la media móvil, y los valores por debajo de 0 representan la humedad relativa faltante para alcanzar la media móvil. El sombreado verde parte de los valores correspondientes a los percentiles 7^o y 93^o e indica los picos extremos que no deben considerarse como admisibles.

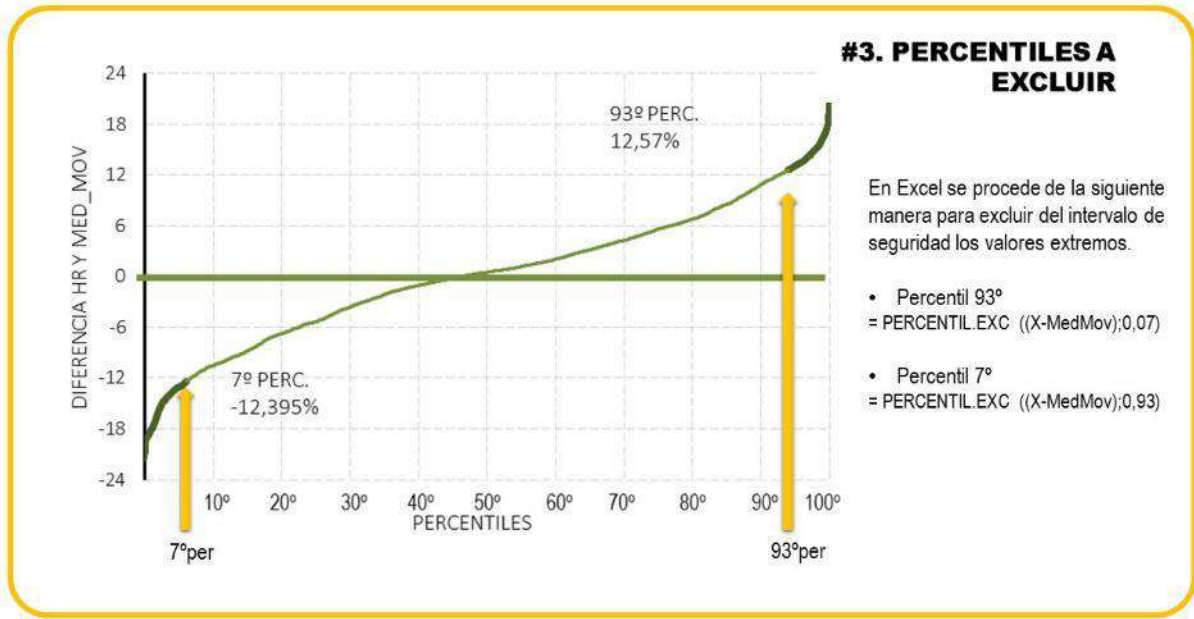


Figura 5-7. Cálculo de los percentiles a excluir.

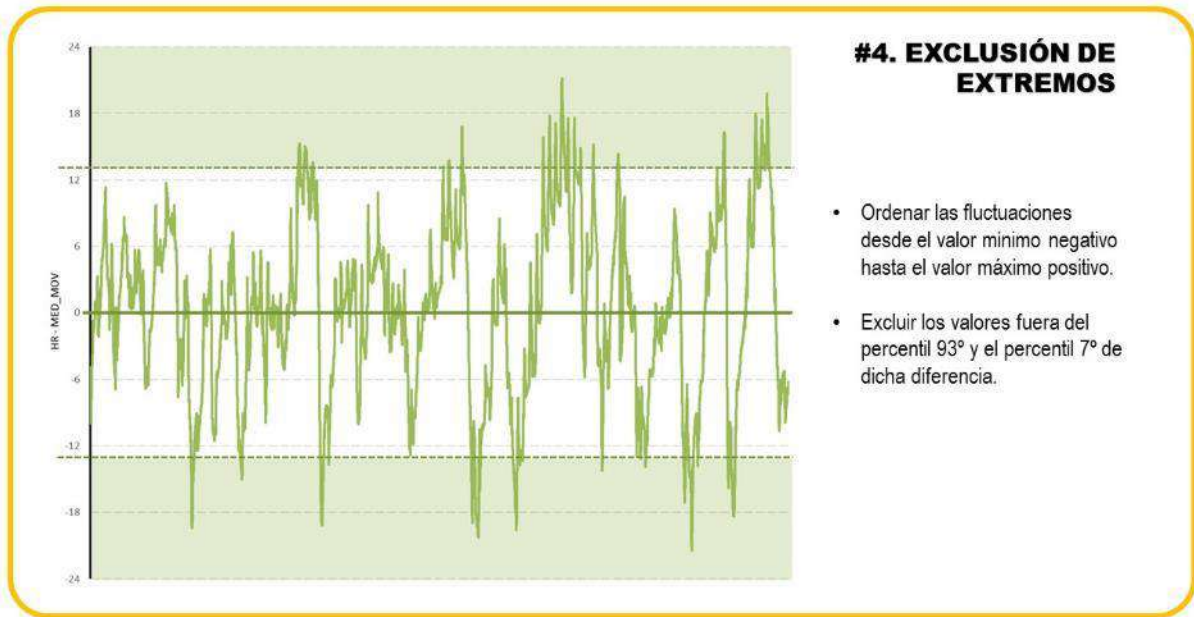


Figura 5-8. Exclusión de valores extremos.

La banda climática queda entonces definida por dos líneas que se obtienen mediante la adición a la media móvil, del valor correspondiente a los percentiles descartados. Sin embargo, los valores que se obtengan según la historia climática detectada deben estar dentro de un rango de seguridad básico orientado a prevenir situaciones climáticas extremas que se traduzcan en daños a la colección. Estos valores son 70% en la humedad relativa máxima, para evitar que la humedad del ambiente favorezca la proliferación de microorganismos (Pavlogeorgatos 2003); y 45% en el límite de humedad relativa mínimo, para evitar el

dsecamiento y posible fractura de las fibras. Para la temperatura, el límite está asociado al daño químico que se desencadena cuando la misma supera los 30°C. El detalle de la formulación se desarrolla en la Figura 5-9.

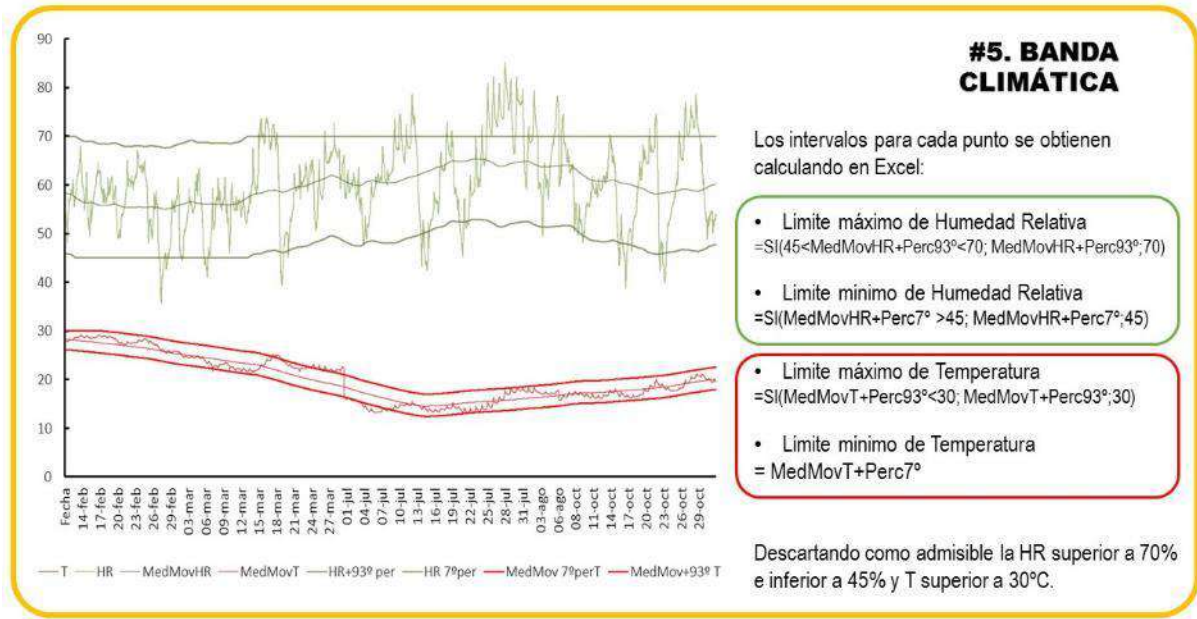


Figura 5-9. Calculo de la Banda climática correspondiente.

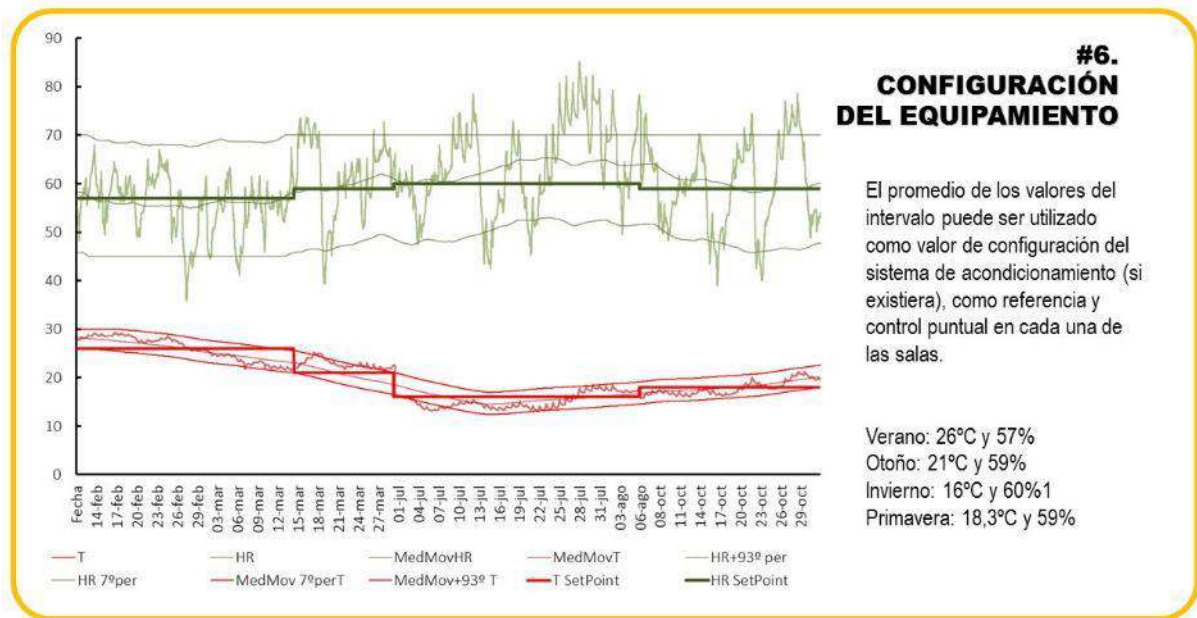


Figura 5-10. Valores de configuración del equipamiento.

Finalmente, los resultados del cálculo del objetivo climático llevan a la prescripción de un máximo y un mínimo de temperatura y humedad relativa por período estacional (Silva et al. 2016), es decir un objetivo climático para invierno, primavera, verano y otoño. Esto lo

proponen para evitar la complejidad de implicaría configurar el equipo de climatización –si existiera- de modo horario para cada día del año.

Por este motivo, con el fin de optimizar recursos y tiempo, y con el antecedente de la experiencia de Silva et al., se calcula el objetivo climático directamente en base a cada período estacional.

6. ETAPA 2

CÁLCULO Y EVALUACIÓN

El objetivo de este capítulo consiste consolidar el método para la detección de las variables capaces de describir unívocamente un edificio por medio de dos rasgos principales: las características físicas de su envolvente y su desempeño higrotérmico.

Las características de la envolvente pretenden explicar el mejor -o peor- desempeño higrotérmico de las salas, y se fundamentan en hipótesis que han sostenido otras investigaciones.

El método para la evaluación del desempeño higrotérmico permite discernir sobre las condiciones favorables medioambientales, y se sostiene en tres indicadores orientados a medir el efecto de los principales factores de daño debidos al microclima en espacios de conservación.

6.1 Hipótesis para la adopción de variables descriptoras de la envolvente

Las variables encargadas de describir las características que permiten detectar las particularidades de los edificios poseen una hipótesis subyacente que la justifica. Es por esto que, basado en la bibliografía y en el conocimiento del problema a investigar, se proponen distintos aspectos a evaluar del edificio (variables) y sus escalas de medición (indicadores).

Este estudio pretende identificar cuáles son las características del edificio que pueden incidir sobre el clima interior de los espacios de conservación, por lo tanto, en este estudio se denominan variables independientes. Las variables independientes son aquellas que se presentan como la causa y condición de la variable dependiente (Tamayo y Tamayo 1981). Son aquellas que, al modificarse, generan diferentes resultados en las variables dependientes, en este caso, el comportamiento climático de las salas de conservación.

Sin embargo, antes de concretar y definir cuáles son las variables independientes que, a priori, determinarían el desempeño higrotérmico, es necesario desarrollar los enunciados o proposiciones que se van a verificar de manera indirecta, y que constituyen lo que se define como hipótesis científica (Bunge 1995). Estas hipótesis se basan en diferentes investigaciones en las que cuestiones similares se han puesto a prueba con diferentes objetivos.

6.1.1 Ubicación

La primera hipótesis planteada es la incidencia de la ubicación del espacio a evaluar en la trama urbana. En relación con el estudio que se lleva a cabo, las variaciones de interés son aquellas que modifican la temperatura y la humedad relativa del ambiente y su variación según la ubicación del edificio. Este efecto, denominado “isla de calor urbano” es un fenómeno que ha sido estudiado en varias ciudades, y que provoca el aumento de la temperatura superficial y ambiental en el centro de las ciudades respecto de estos valores en la periferia. El reemplazo progresivo de la superficie natural y vegetal por áreas urbanas favorece la absorción de la radiación solar, y esto a su vez provoca un aumento de la temperatura local (Román, Gómez y de Luxán 2017).

La magnitud de este efecto se denomina intensidad de isla de calor y depende de las características topográficas, las condiciones climáticas, el calor antropogénico liberado, las características térmicas y ópticas de los materiales de las fachadas, la forma urbana y el uso del suelo (Santamouris 2014; Santamouris et al. 2001; Foustalieraki et al. 2017; Alchapar, Correa y Cantón 2012).

Dado que los edificios que se evalúan en este estudio, y que sobre los que se va a profundizar en el Capítulo 8, se encuentran en diferentes partes de la ciudad, se espera conocer cómo el entorno influye en la evaluación final. La zona urbana centro está consolidada y compacta,

por lo tanto, se incrementa la temperatura ambiente debido al efecto mencionado, mientras que, en la periferia, con mayor proporción de espacios verdes y arbolado se encuentre un ambiente exterior fresco y húmedo debido a contar con superficie absorbente abundante y baja escorrentía.

Para cuantificar este efecto, se realiza una prueba de monitorización simultánea de temperatura y humedad relativa en ambas zonas. Los registros se toman entre el 9 y el 27 de junio de 2011 para la condición de invierno meridional, y desde el 12 al 30 de enero de 2015 para el verano, y los resultados de la comparativa se pueden observar en la Figura 6-1, el verano; y la Figura 6-2, el invierno. En ambas gráficas, el eje de las ordenadas es utilizado tanto para el valor de humedad relativa como para medir la temperatura observada; y en el eje de las abscisas se indican los días en los que se realizó la evaluación.

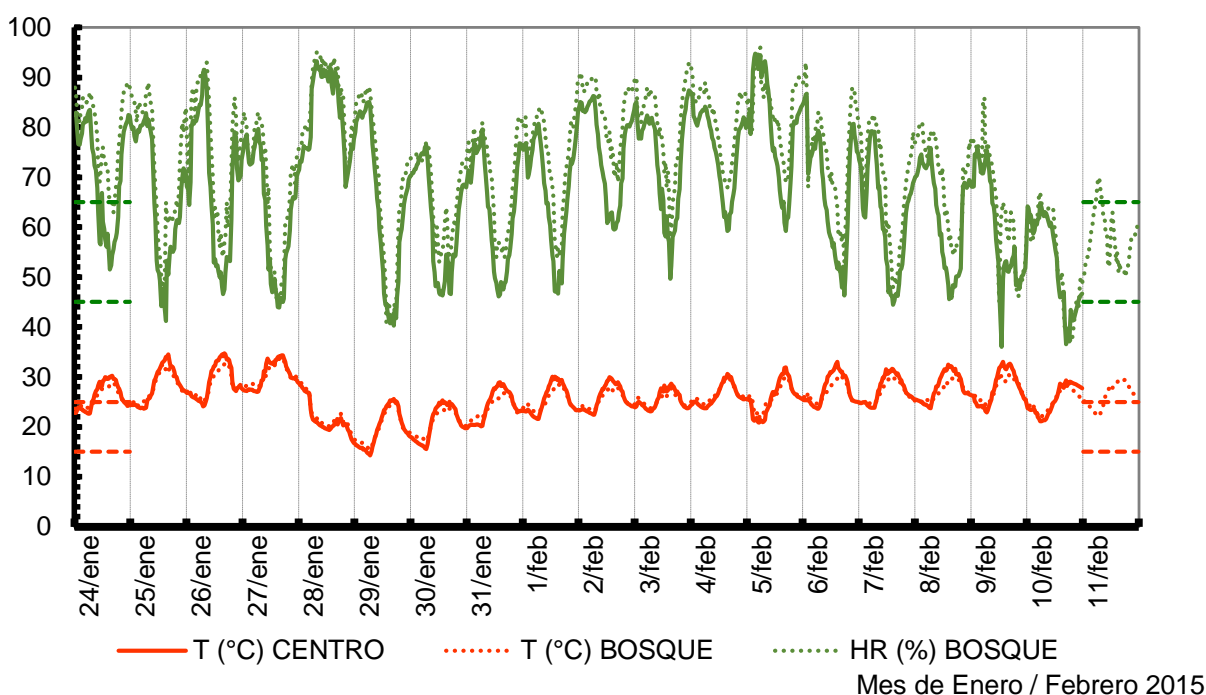


Figura 6-1: Comparación datos climáticos exteriores. Verano.

Para la representación de los registros de ambos sensores, se utiliza el color verde para la humedad relativa y el color rojo para representar la temperatura de bulbo seco; pero se pueden distinguir por el tipo de línea: los datos correspondientes a la zona bosque están delineados en línea de trazos, mientras que los datos de centro se muestran en línea llena.

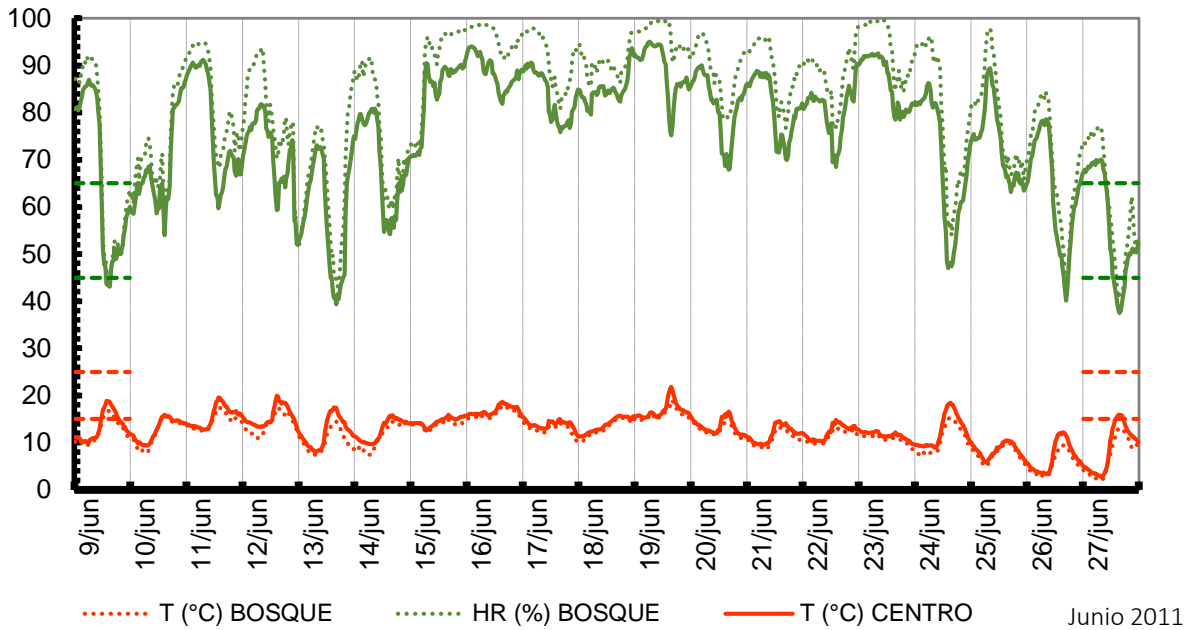


Figura 6-2: Comparación de datos climáticos exteriores. Invierno.

La Figura 6-3 muestra los datos obtenidos de ambas estaciones meteorológicas, para invierno y verano, por medio de un diagrama psicrométrico. El diagrama se realiza calculando el contenido de agua por kilo de aire (W), partiendo de los datos de temperatura de bulbo seco, humedad relativa, y presión atmosférica siguiendo las fórmulas de Camuffo expresadas en la norma EN 16241:2012.

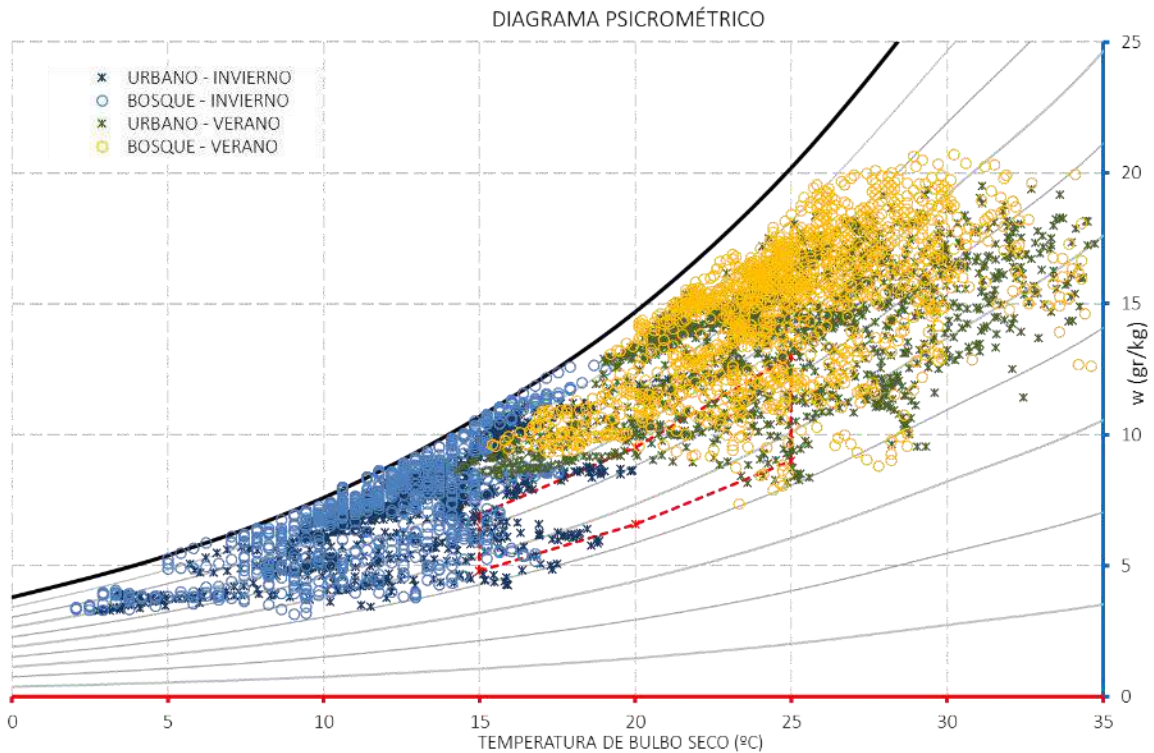


Figura 6-3. Carta psicrométrica en condiciones comparadas.

Con el marcador de círculos se representa la zona bosque, amarillo en verano, con humedad entre 7,4 y 20,7 g/Kg, y azul pálido en invierno, con valores de W entre 3,2 y 12,7 g/Kg. El marcador de asterisco representa en verde la zona urbana para verano, con W entre 8,2 y 19,5 g/Kg; y el asterisco azul marino para la zona urbana de invierno, con W entre 3,3 y 12 g/Kg.

ESTACIÓN/ UBICACIÓN	BOSQUE			URBANO			
	T (°C)	HR (%)	W (g/Kg)	T (°C)	HR (%)	W (g/Kg)	
VERANO	MEDIA	25,6	73,4	14,50	25,8	67,6	13,36
	MEDIANA	25,7	76,0	14,94	25,6	69,3	13,72
	DESV. EST.	3,87	12,29	2,89	4,56	13,62	2,69
INVIERNO	MEDIA	11,7	82,1	7,28	12,8	75,5	7,15
	MEDIANA	12,2	87,2	7,34	13,2	79,4	7,11
	DESV. EST.	3,37	14,49	2,10	3,45	13,37	1,98

Tabla 6-1: Resumen comparativo de datos para la variable "Ubicación".

El análisis de los resultados, resumidos en la Tabla 6-1, muestra que durante el invierno la temperatura registrada por la estación meteorológica urbana es en promedio 1°C superior respecto de aquella ubicada en la zona bosque, mientras que ésta última supera en un 5,8% de humedad relativa. Durante el verano la situación se repite: en el centro de la ciudad el promedio de temperatura es 0,02°C superior, con picos de 3,7°C; y la humedad relativa es 6% más baja que en el bosque. La humedad específica es superior en la zona bosque durante todo el año. Estos resultados permiten argumentar la adopción de una hipótesis que afirma que la zona urbana es más adecuada desde el punto de vista higrotérmico para ubicar edificios destinados a la conservación.

La Figura 6-4 muestra las frecuencias obtenidas para la variable humedad relativa en referencia a un criterio de admisibilidad adoptado entre 45 y 65%. Los valores hallados en las cuatro situaciones (urbano invierno, urbano verano, bosque invierno, y bosque verano) tienen la mayor proporción de registros a la derecha del intervalo, con valor de mediana o moda en los valores 79,4%; 69,3%; 87,2% y 76% respectivamente. El valor más alto dentro del rango adoptado lo obtiene el sensor ubicado en la zona urbana en verano, con apenas 26%, el resto obtiene valores de humedad relativa más elevados.

La Figura 6-5 muestra la distribución gaussiana de las cuatro muestras recogidas, y se distinguen claramente las muestras de invierno, con línea llena, y valor de mediana de 12,2°C (bosque) y 13,2°C (urbano); de las de verano, con mediana de 25,7°C (bosque) y 25,5°C (urbano). Durante el período de verano la temperatura exterior se aproxima más al rango de admisibilidad, adoptado entre 15°C y 25°C, e incluye dentro del mismo el 60% y el 57% de los registros.

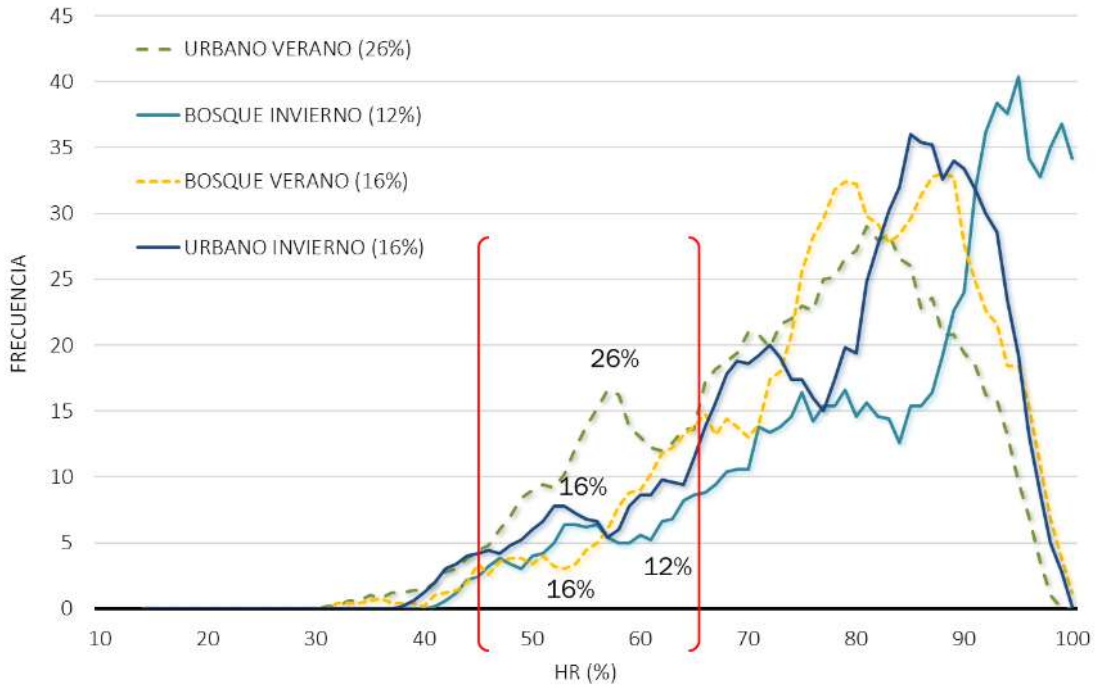


Figura 6-4. Distribución de frecuencia comparada para HR según ubicación para invierno y verano.

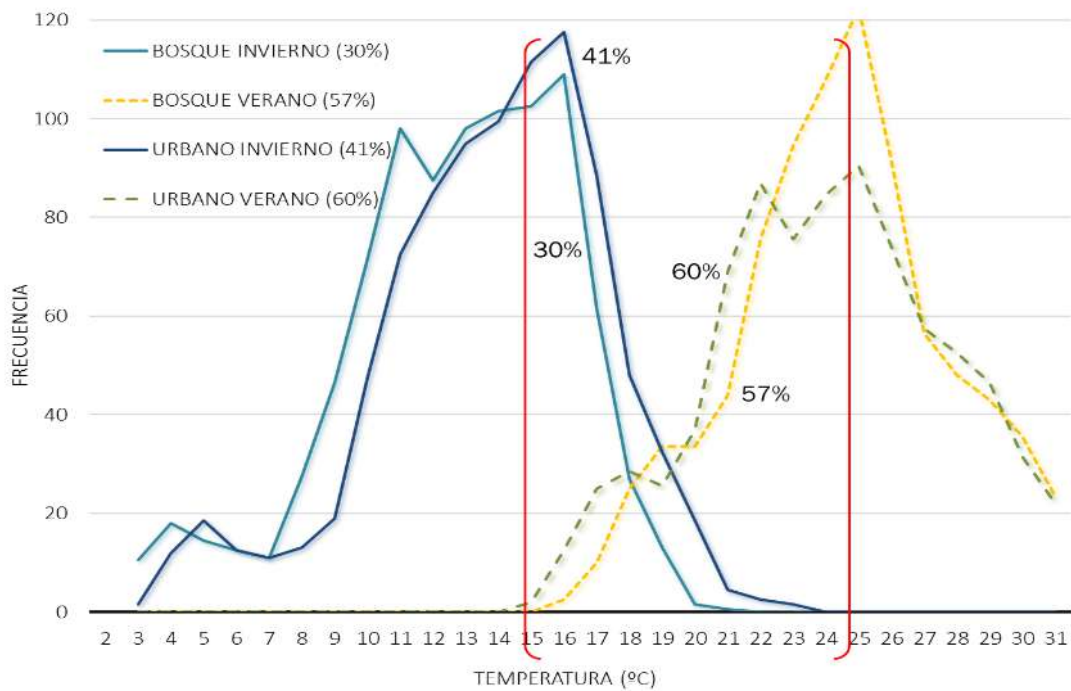


Figura 6-5. Distribución de frecuencia comparada para T según ubicación para invierno y verano.

Finalmente se acepta que el contexto más conveniente desde el punto de vista higrotérmico es la zona centro porque, a pesar de que las temperaturas son 1°C más elevadas en invierno, y levemente superiores en verano, la humedad relativa es en promedio 7% superior en el bosque durante todo el año y en un clima húmedo como el de La Plata, con promedio de 72,9% esta diferencia no es despreciable.

6.1.2 Edad de la edificación

La edad del edificio está determinada por su año de construcción, asumiendo que los tipos de construcción están íntimamente relacionados con la práctica usual de su tiempo en cuanto a materiales de cerramiento y estructuras: muros portantes, estructura independiente de hormigón armado, cerramiento de ladrillo cerámico hueco. La hipótesis que impulsa la realización de esta prueba es que los edificios más antiguos tienen una mejor respuesta higrotérmica, especialmente para efectos conservativos.

Esta premisa entra en conflicto con otras investigaciones europeas (Kramer et al. 2015; Kramer, Schellen y van Schijndel 2015; Martens 2012) que sugieren que los edificios construidos según los estándares contemporáneos consiguen más fácilmente las condiciones climáticas de conservación, pero nuestra posición se basa en la observación de la precariedad con la que se construyen los edificios actualmente en la región, no alcanzando siquiera los estándares mínimos de eficiencia energética⁴.

Para la clasificación de los edificios se requiere el año de construcción o remodelación del edificio, dado que se puede asociar a los materiales y métodos constructivos utilizados según la época en la que se construye el edificio. Se utiliza como indicador el criterio propuesto por el Arq. Gustavo Azpiazu (2011) quien clasifica de los edificios en los siguientes períodos:

(1905-1940) Primer período: de carácter neoclásico, edificios con impronta académica y motivos clásicos compuestos a partir de ejes de simetría, con ornamentaciones naturalistas dispuestas geoméricamente. Grandes escaleras, ventanas verticales y muros con tratamientos para dar sensación de solidez son las características principales de estos edificios en los que predomina el lleno sobre el vacío. Los principales exponentes son el Colegio Nacional, la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, la Facultad de Astronomía y el Observatorio, el Museo de Ciencias Naturales y el edificio de Presidencia.

⁴ La Ley Provincial 13.059 (2003) de la Provincia de Buenos Aires, establece las condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios, para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía.

La metodología de implementación consiste en el llamado a la Autoridad de Aplicación, quien deberá exigir previo a la expedición del permiso de inicio de la obra, la presentación de la documentación técnica respectiva, acorde con las normas IRAM, que como mínimo contenga: cálculo justificado de los valores de transmitancia térmica y lista de los materiales que demande la envolvente de la vivienda, con la indicación de los valores de conductividad térmica y espesor (Legislatura de la Provincia de Buenos Aires 2003).

Esta ley se reglamenta en 2010 mediante el Decreto 1030, y llama a cumplimentar el protocolo por medio de la metodología propuesta por 9 Normas IRAM: 11549; 11601; 11603; 11604; 11605 (utilizar la categoría B); 11625; 11630; 11507-1; 11507-4 (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires 2010).

El valor de transmitancia térmica máximo para el cumplimiento de la Categoría B, en la Ciudad de La Plata, con una temperatura de diseño de invierno de -2°C y zona bioambiental IIIb es: para invierno 0,77W/m²K en techo y 0,95 W/m²K en muro; para verano 0,48 W/m²K en techo y 1,25 W/m²K en muro (IRAM 1996).

(1941-1960) Segundo período: lo conforman edificios de carácter monumental, pero en esencia anodinos, donde el cambio es principalmente estético ya que continúan usando los ejes de composición y la simetría, pero se elimina todo tipo de ornamentación. En este período, muros y cubiertas son tratados como planos puros, y las grandes aberturas vidriadas representan las primeras obras de arquitectura moderna de la Universidad. Se destaca la Facultad de Ciencias Médicas, el departamento de Electrotecnia y el Comedor Universitario, que luego sería la Facultad de Odontología.

(1961-2000) Tercer período: edificios de construcción sólida, rápida y sencilla, flexibles y de poco mantenimiento. Corresponden a este período el Edificio de la Sede de Ingeniería Forestal, y el Departamento de Aeronáutica en la Facultad de Ingeniería. Dos edificios se apartaron de esta norma en presupuesto y proyecto: el INIFTA y los laboratorios de la Facultad de Ciencias Exactas, con logros más vinculados a la forma que al funcionamiento. El Edificio 3 Facultades pertenece a este período, sin gozar de eficiencia, flexibilidad ni racionalidad constructiva.

(2001-2016) Período actual: caracterizada por la planificación y desarrollo de planes estratégicos, donde se contaban con los legajos de obra previo a la obtención del crédito fiscal. Según el autor, en estas obras se destaca la vocación de coordinar obras y proyectos en desarrollo constante y continuo; mientras que incorporan la visión crítica a los diagnósticos de situación. Las obras destacadas del período son las Facultades de Informática y Periodismo, y las Bibliotecas de Arquitectura y la Conjunta de Veterinaria y Ciencias Agrarias.

En la Tabla 6-2 se ilustran algunos ejemplos de esta clasificación propuesta por Azpiazu, de manera de dar una idea de sus sistemas constructivos. La información sobre los edificios de los dos primeros períodos ha sido recabada del Centro de Documentación e Investigación de la Arquitectura Pública, Ministerio de Hacienda, Presidencia de la Nación⁵; mientras que sobre los dos últimos períodos la información proviene del sitio web de la Universidad Nacional de La Plata, de informes de la Dirección General de Construcciones y del Plan de Obras de la UNLP⁶

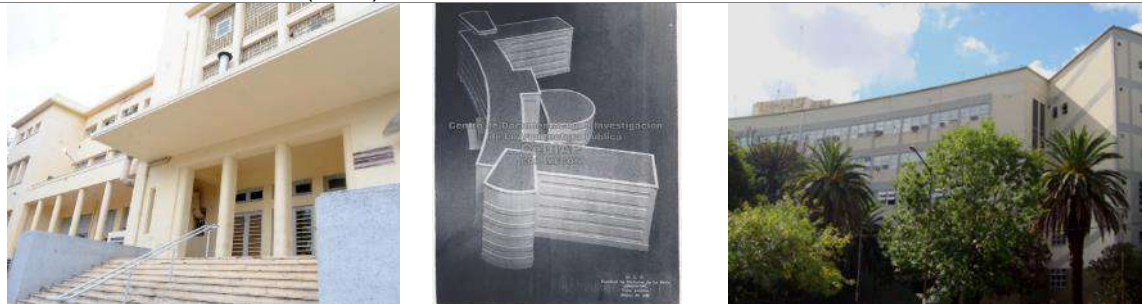
⁵ <http://cdi.mecon.gov.ar/cediap/> consultado el 10 de junio de 2017.

⁶ http://www.unlp.edu.ar/articulo/2011/9/28/planes_directores_proyectos_y_obras_2004_2010 consultado el 10 de junio de 2017.

http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/libro_construir_la_universidad.pdf consultado el 10 de junio de 2017.



Período 1905-1940. Iz. Departamento de Física (1910); centro Museo de La Plata (1889); der. Biblioteca Pública UNLP (1935).



Período 1941-1960. Iz. Departamento Electrotecnia (1943); centro Maqueta de proyecto Facultad de Ciencias Médicas⁷ (1945) ; der. Facultad de Ciencias Médicas.



Período 1961-2000. Iz. Edificio Bosques (1975); centro, Edificio Tres Facultades (1984); der. INIFTA (1963)



Período 2001- actualidad. Iz. Biblioteca Conjunta (2009); centro Biblioteca Facultad de Arquitectura (2007); der. Facultad de Informática (2008)

Tabla 6-2. Ejemplos de edificios clasificados según las categorías propuestas.

En el primer período edificios másticos, con muros portantes de más de 40 cm, columnas y pilastras ornamentales. Las aberturas serán en este período y el siguiente de madera, y en

⁷ Documento perteneciente al archivo del Centro de Documentación e Investigación de la Arquitectura Pública – CeDIAP- del CDI del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas

algunos casos perfilería de hierro, con cubiertas de hormigón armado. En el segundo período la estructura se evidencia independiente de los cerramientos, aunque el uso de paños transparentes es limitado.

El tercer período exalta el uso del hormigón armado visto estructural y de cerramiento, con grandes luces y mayores superficies vidriadas. Carpintería de chapa plegada, siempre de vidrio simple. En cuarto período las superficies de cerramiento son planos de vidrio o ladrillo hueco liviano, las carpinterías de aluminio y vidriado simple.

6.1.3 Compacidad

De acuerdo con Coch Roura y Serra Florensa (1995), desde el punto de vista climático, ser más compacto y por lo tanto, tener menos superficie en contacto con el exterior, tiene la ventaja en invierno de perder menos energía térmica por conducción y de ser más eficiente la climatización artificial, mientras que se reduce la ganancia por radiación en su envolvente; aunque en verano tiene la desventaja de ser más difícil de ventilar. Son tipos de edificio adecuados para climas extremos, donde las condiciones climáticas exteriores son distintas a las de confort interior y, por lo tanto, no es deseable el ingreso de aire.

Al margen del asunto climático, un edificio compacto repercute lumínicamente en el interior, ya que las zonas centrales están más alejadas del perímetro y por tanto de las aberturas; contrariamente de los edificios extendidos que son más fáciles de iluminar naturalmente. El sonido se difunde a través de los componentes sólidos del edificio, por eso, la acústica será más apropiada cuanto menor sea la superficie envolvente sólida del volumen, es decir, cuanto más compacto sea.

Suárez y Fragoso (2016) analizan la compacidad como factor de efecto en el acondicionamiento pasivo dada su influencia en el aumento del porcentaje de fachada para una determinada superficie de planta. Al igual que en la presente investigación, analizan la compacidad con la hipótesis de que la mayor compacidad supone una disminución de la demanda de energía en el edificio debido a que naturalmente se aproximaría al mejor desempeño térmico.

6.1.4 Pesadez

La pesadez de la envolvente está directamente relacionada con la capacidad de almacenar calor, y la velocidad con la que lo cede al entorno. Esta propiedad se denomina inercia térmica y es de utilidad en ambientes con cargas internas para disminuir el efecto del sobrecalentamiento. Esta es la solución de la arquitectura masiva tradicional, pero según indica Navarro Casas, no se debe olvidar que ello implica más cantidad de material, más peso para la estructura, que se traduce en mayor precio (Navarro Casas 1999)

Las cargas internas son aportes de calor que se generan dentro de los espacios, que pueden ser producidos ad hoc, o se generan como residuo de la energía utilizada para otros objetivos, como iluminación, computadoras, artefactos eléctricos, o el calor generado por los ocupantes. La masa de la envolvente actúa acumulando esta energía en su espesor, y la disipa con retardo, hacia ambas caras interior y exterior cuando la fuente de calor ha cesado, buscando el equilibrio con el aire circundante.

Padfield (2014) considera que en espacios de conservación, en los que idealmente no ocurre la presencia de personal, equipamiento, radiación solar, ni otras cargas internas, no se justifica el uso de la estrategia de la inercia térmica porque sólo implica un costo estructural adicional. Una envolvente liviana podría, en este caso, cumplir perfectamente la función de cerramiento. Pero dado que la tendencia es a la flexibilidad y a permitir variaciones en la organización de los espacios, puede darse que un espacio concebido para depósito pueda luego convertirse en espacio de trabajo o lectura, y adquirir entonces cargas internas significativas.

En función de la flexibilidad y de contar con el efecto amortiguador que provee la inercia térmica, se evalúa el efecto de la masa de la envolvente bajo la hipótesis de que tiene un efecto positivo en el clima interior de espacios de conservación.

6.1.5 Asentamiento

El asentamiento, o proporción de superficie envolvente de un ambiente en contacto con el terreno, es una propiedad que se estudia bajo la hipótesis de que la masa de acumulación del terreno natural es útil para amortiguar las oscilaciones de temperatura que se originan tanto por ganancias internas de las salas, como por ganancias externas. Neutralizar las oscilaciones de temperatura tiene un efecto consecuente en la humedad relativa.

Este efecto ha sido observado en el análisis de los resultados de una monitorización ambiental de temperatura y humedad relativa realizada en el Archivo de Protocolos del Colegio de Escribanos de la Provincia de Buenos Aires (ColEscBA), de la que se extraen en la Figura 6-6 sólo 4 dataloggers, y además la referencia de la situación exterior (Ext_H23, en gris). Dos de los sensores, H21 y H40 (en rojo y verde, línea llena para temperatura y línea de trazos para humedad relativa) fueron colocados a una altura de 1,70 m. desde el nivel del suelo; mientras que los sensores H17 y H20 (amarillo y azul, mismo criterio de línea) fueron colocados a 0,60 m. desde el nivel del suelo, en la misma sala de conservación.

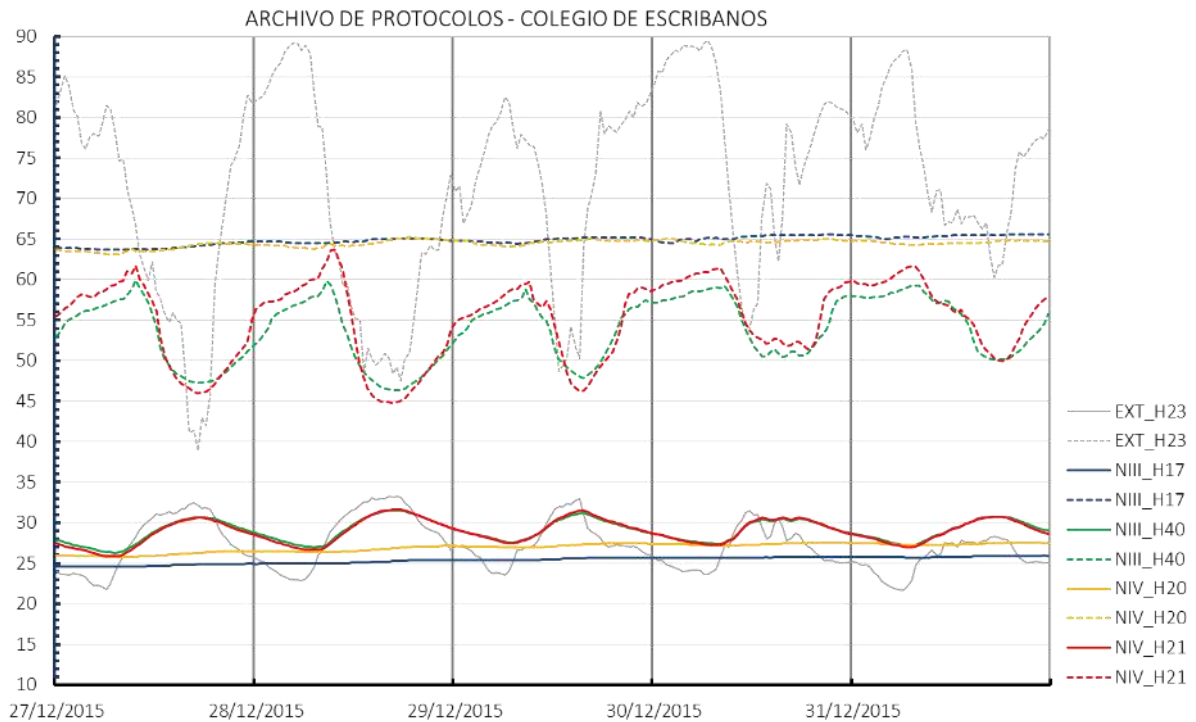


Figura 6-6. Efecto del asentamiento. Monitorización ColEscBA.

En los sensores colocados en la zona inferior, la desviación estándar es un tercio de la observada en los sensores más elevados (Tabla 6-1). El efecto atemperador de las variables evaluadas, temperatura y humedad relativa, que otorga la cercanía a la masa del terreno es evidente y positivo para la conservación de la colección (Diulio et al. 2015).

VARIABLE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR σ				
	H17 (0,60m.)	H20 (0,60m.)	H21 (1,70m.)	H40 (1,70m.)	H23 (EXT)
TEMPERATURA	0,41	0,54	1,49	1,34	3,05
HUMEDAD RELATIVA	0,54	0,47	4,90	3,90	12,21

Tabla 6-3. Desviación estándar y efecto del asentamiento.

6.1.6 Adosamiento

El adosamiento se evalúa en función de verificar si el efecto atemperador que le otorga a las salas estar al abrigo de salas aledañas, tiene un efecto significativo en la evaluación de la calidad higrotérmica. El hecho de que la piel envolvente de las salas no se encuentre expuesta a la intemperie, sino en contacto con otros ambientes, va a reducir la transferencia de calor por conducción, ya que la tasa de transferencia es proporcional a la diferencia de temperatura entre una cara y otra del elemento. También va a reducir las renovaciones de aire por conducción, debido a que la presión que ejerce el aire interior sobre los intersticios es menor que si estuvieran a la intemperie; y finalmente, la mayor superficie envolvente en contacto con espacios interiores va a reducir la disipación de calor excedente en verano, y esta sería la única penalización del adosamiento.

De acuerdo con lo comentado, se presume que una sala cuya envolvente esté parcialmente en contacto con otros espacios interiores, va a obtener una mejor evaluación higrotérmica respecto de salas con el total de sus elementos envolventes a la intemperie.

6.1.7 Transparencia

El paso de la radiación a través de una superficie transparente calienta el volumen interior, y a causa de la reflexión con mayor longitud de onda no puede volver a atravesar el vidrio, generando el conocido efecto invernadero. Además, por no contar con suficiente resistencia térmica, el vidrio es un mal aislante y permitirá el paso de la energía hacia el exterior por conducción cuando la temperatura exterior sea inferior. El uso de grandes superficies vidriadas debe ser cauteloso en todos los climas, y por este motivo, se presume que su utilización en la envolvente de las salas de conservación tiene un efecto negativo en la condición higrotérmica interior resultante.

6.1.8 Transmitancia térmica ponderada

Coch Roura y Serra Florensa (1995) indican que los elementos con baja transmitancia térmica impiden el ingreso de calor en verano, y evitan la pérdida del calor interior en invierno, por lo tanto, es deseable en climas extremos, y en los cerramientos con orientación más desfavorecida.

Suárez (2016) también evalúa la repercusión de la incorporación de aislamiento térmico en elementos de la envolvente térmica opaca, muros de cerramiento y cubierta; así como la en las aberturas, con el fin de acercar el ambiente interior a las condiciones de confort de los habitantes y así reducir la demanda de energía adicional en climatización.

Por este motivo se propone la valoración del efecto de la transmitancia térmica ponderada de cada una de las partes de cerramiento en proporción a la superficie que cubren, con la hipótesis de que la menor transmitancia térmica tiene una incidencia positiva en la evaluación del microclima interior.

6.1.9 Tipo de sala

A continuación, se desarrolla la hipótesis que argumenta la necesidad de poner a prueba la incidencia del uso y la afluencia de personas en las salas. Las personas en actividad o en reposo disipan calor a través de su cuerpo, modificando la temperatura del ambiente en el que se encuentran. Para personas realizando un trabajo liviano este calor latente y sensible oscila entre 133,4W y 162,4W, aunque a efectos de estandarizar estos valores, se considera que el valor que corresponde a las actividades en una oficina con trabajo administrativo son de 125W (Neila González y Bedoya Frutos 1997). A través de la respiración y la sudoración las personas incorporan vapor de agua al ambiente que traduce en un incremento en la

humedad relativa del ambiente proporcional a la temperatura del aire (IRAM 2004; Czajkowski 2012).

Además, la presencia permanente de personas en un ambiente implica la necesidad de satisfacer sus necesidades de confort, y es usual que en esta búsqueda surjan artefactos portátiles de calefacción, que se abran aberturas a demanda del usuario, y que se consuman bebidas y alimentos. Desde el punto de vista de la conservación de los materiales, no es conveniente que se compartan los usos, sobre todo en salas en las que existan colecciones sensibles y vulnerables.

Para dar fuerza a esta recomendación, se propone la clasificación de las salas evaluadas según el uso, para verificar que en las salas en las que no hay presencia de personas, se observa un desempeño higrotérmico más favorable para la conservación.

6.1.10 Equipamiento de climatización

Para cada una de las salas monitoreadas se releva si al momento del monitoreo ambiental, tienen instalado algún elemento de climatización. Esta prueba se origina a partir de la asunción de que la existencia de equipamiento va a permitir al personal de la institución intervenir en la adecuación del clima interior.

En caso de existir una modificación de la temperatura y la humedad relativa a causa de la existencia de equipamiento, no significa que la adecuación se oriente en beneficio de la conservación de los materiales, sino que generalmente será accionada para adaptarse al confort humano. Una cuestión adicional en este aspecto, es que, dado que el equipo cumple la función de satisfacer el confort humano, el encendido ocurre en horarios de actividad, y no de manera continua, como sería esperable. Por este motivo, se pone a prueba el efecto resultante de la existencia de equipamiento de climatización artificial en las salas.

6.2 Variables descriptoras de la envolvente

En el apartado 6 se ha analizado en la bibliografía cuáles son los aspectos de la envolvente que otros investigadores han detectado que inciden en el clima interior. Con objetivos orientados a mejorar el confort interior, reducir la demanda energética en climatización, o potenciar estrategias pasivas de acondicionamiento, se han desarrollado distintos sondeos para cuantificar su incidencia, y se han seleccionado en este estudio las consideradas más relevantes, y aplicables durante la instancia de proyecto básico. A continuación, se desarrolla el procedimiento de cálculo de cada una de estas propiedades de manera tal de instrumentar su aplicación de manera unívoca.

6.2.1 Ubicación

A partir de la hipótesis planteada que indica que la zona higrotérmicamente más conveniente para la ubicación de una sala de conservación es la urbana, en contraste con el exceso de humedad que se percibe en La Plata en la zona del bosque, se establece la variable contexto, cuyas categorías son dos:

- I. contexto urbano y
- II. contexto bosque.

6.2.2 Edad de la edificación

Esta clasificación en cuatro clases, a fines de obtener resultados estadísticamente más adecuados, se reducen a dos categorías:

- I. “edificio histórico” que incluye los dos primeros períodos entre 1905 y 1960; y
- II. “edificio contemporáneo” que incluye el tercer período y el actual, de 1961 a la actualidad.

6.2.3 Compacidad

La compacidad es la relación entre la superficie que envuelve al edificio y su volumen. Sirve para reconocer cuán compacto es el edificio. Se calcula tomando como referencia a la relación entre la masa y el volumen envolvente de una esfera, que es el cuerpo más compacto que existe (Amarilla 1994). Entonces, la compacidad de un edificio E con superficie envolvente S_E y volumen V_E se calcula en función de la superficie envolvente de una esfera con volumen igual a V_E .

$$C = \left(\frac{S_{eq}}{S_G}\right) = 4,836 \left(\frac{VT^{\frac{2}{3}}}{S_G}\right)$$

Ecuación 6-1: coeficiente de compacidad

Dónde:

- C= coeficiente de compacidad, con valor entre 0 y 1;
- S_{eq} = superficie equivalente;
- VT = volumen total del edificio, incluidos los patios;
- S_G = superficie global de la piel que rodea el edificio.

El coeficiente de compacidad es adimensional, se calcula utilizando la ecuación propuesta por Coch Roura y Serra Florensa (1995), y su valor de máxima compacidad será igual a 1; y a medida que el edificio sea menos compacto el resultado tenderá a 0.

6.2.4 Pesadez

Esta característica física depende de los elementos constitutivos del cerramiento y la estructura del edificio. Se calcula como la masa de la superficie del edificio sobre la superficie

del cerramiento del edificio, es decir que es un promedio de masa por metro cuadrado de envolvente.

$$PS = \frac{M}{S}$$

Ecuación 6-2: pesadez

Donde:

PS = pesadez, que se expresa en Kg/m²;
M = masa, expresada en Kg;
S = superficie, expresada en m².

6.2.5 Asentamiento

El asentamiento cuantifica la proporción de piel del edificio que está en contacto con el terreno. El coeficiente de asentamiento de un edificio es un valor adimensional que relaciona la superficie envolvente asentada en el terreno con la superficie global, que es la totalidad de la envolvente (Serra Florensa y Coch Roura 1995).

$$AS = SAS / SG$$

Ecuación 6-3: Coeficiente de asentamiento

Dónde:

AS = coeficiente de asentamiento;
SAS = superficie asentada;
SG = superficie global de la piel del edificio.

92

6.2.6 Adosamiento

El adosamiento indica el grado de contacto de las paredes exteriores del edificio con otras edificaciones vecinas. Se calcula como la relación entre la superficie en contacto con edificaciones vecinas sobre la superficie global, que es la superficie total de la envolvente (Serra Florensa y Coch Roura 1995).

$$AD = Sad / SG$$

Ecuación 6-4: Coeficiente de adosamiento

Donde

AD = Coeficiente de adosamiento;
Sad = superficie adosada;
SG = superficie global.

6.2.7 Transparencia

El coeficiente de transparencia cuantifica la capacidad del edificio de permitir el ingreso de radiación solar. Este indicador representa la proporción de superficie envolvente vidriada sobre el total de la superficie envolvente.

$$TR = \frac{SV}{SG}$$

Ecuación 6-5: coeficiente de transparencia

Dónde:

TR = Coeficiente de transparencia

S_V = Superficie vidriada

S_G = Superficie global

6.2.8 Transmitancia térmica ponderada

La transmitancia térmica es la capacidad de un elemento constructivo de permitir el paso de energía a través de su espesor. Este flujo de energía se mide en vatios (W) por cada metro cuadrado de superficie envolvente, por cada Kelvin de diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Dado que la envolvente global se compone de la adición de diferentes tipos constructivos, se propone el cálculo de un valor de transmitancia ponderado, es decir balanceado en proporción a la relación entre la superficie de cada material y el total de la superficie envolvente.

Para conocer la transmitancia térmica de cada elemento constructivo (muros, cubierta, etc.) se debe calcular la resistencia térmica de cada capa que lo constituye, utilizando el cálculo propuesto por la Norma IRAM 11601:2002⁸ (IRAM 2002) de la siguiente manera:

$$R \left(m^2K/W \right) = \frac{e(m)}{\lambda \left(W/m^3K \right)}$$

93

Ecuación 6-6: Resistencia térmica

Donde

R= coeficiente de resistencia térmica;

e = espesor de la capa, en metros;

λ= propiedad intrínseca del material que describe su conductividad térmica.

Una vez obtenido el valor de R de cada capa, las mismas se suman para obtener el valor de R total.

$$R_{total} = \Sigma RC1 + RC2 + RCn$$

Ecuación 6-7: Resistencia térmica total

Dónde

R_{total}= resistencia térmica total de la capa

R_{C1}= resistencia térmica de la capa 1

R_{C2}=resistencia térmica de la capa 2

R_{Cn} = resistencia térmica de la capa "n".

⁸ Instituto Argentino de Normalización (IRAM) 11601:2002 Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.

La inversa de R_{total} se denomina coeficiente de transmitancia térmica K:

$$K \left(\frac{W}{m^2K} \right) = \frac{1}{R_{total} \left(\frac{m^2K}{W} \right)}$$

Ecuación 6-8: Relación inversa entre resistencia y transmitancia teórica.

Con el valor de K de cada tipo constructivo se calcula el K ponderado, o coeficiente de transmitancia:

$$K_{ponderado} = \frac{\sum [(KT_1*ST_1) + (KT_2*ST_2) + (KT_3*ST_3) + (KT_n*ST_n) + (W/m^2K)*m^2]}{S_{GLOBAL} (m^2)}$$

Ecuación 6-9: Coeficiente de transmitancia térmica K ponderado.

Dónde

K_{T1} a K_{Tn} = Coeficiente de transmitancia térmica K del Tipo constructivo

S_{T1} a S_{Tn} = Superficie del Tipo constructivo

S_{GLOBAL} = superficie global de la envolvente.

6.2.9 Tipo de sala

Esta clasificación corresponde a organizar las salas evaluadas según la presencia de personas ellas. Las categorías adoptadas son:

- I. documentos, para aquellos recintos en los que los documentos se encuentran aislados en salas con presencia esporádica de bibliotecarios, sin permanencia permanente;
- II. personas, para puestos de trabajo y salas de lectura, destinados especialmente a la permanencia de personas;
- III. combinado, para espacios donde conviven tanto las estanterías de documentos como las personas, como es el caso de estanterías abiertas o diseños arquitectónicos en los que no se han compartimentado los distintos usos.

6.2.10 Equipamiento de climatización

El equipamiento de climatización que se contempla en esta variable puede ser central o individual, fijo o removible. En esta instancia no se indagará sobre las rutinas de encendido del mismo, sino que se considera un parámetro más a registrar en la búsqueda de factores de incidencia.

Dado que los edificios de la Universidad, por su época de construcción en su mayoría no poseen sistemas mixtos de frío y calor, se clasifica por un lado la presencia de equipamiento de calefacción, y por otro la presencia de aire acondicionado. Son pocos los casos en los que la misma instalación satisface ambos requerimientos.

6.3 Determinación de índices de desempeño higrotérmico

Siempre que se realiza cualquier tipo de evaluación, es necesario establecer previamente los parámetros que van a incidir en la puntuación. Por eso, para poder asociar características de la envolvente a un mejor comportamiento, es necesario aproximarse a una definición de “qué” es un mejor comportamiento. Para ello se utilizan diferentes criterios preestablecidos en la bibliografía, que se utilizan para elaborar índices de desempeño higrotérmico o DHT.



Figura 6-7. Índices de desempeño higrotérmico compuesto por IP, IR e IC.

6.3.1 Índice de posición anual

El índice de posición (o índice de *performance*) expresa la relación porcentual que existe entre la cantidad de registros recolectados en los que tanto la temperatura como la humedad relativa se encuentran dentro del rango determinado como adecuado para dicha sala de conservación sobre la totalidad de instantes de medición del año evaluado. Este índice ha sido propuesto previamente por Corgnati, Fabi y Filippi (2009; 2010), y representa la ubicación en el climograma respecto de los valores de referencia.

$$IP = r_{cons} / R$$

Ecuación 6-10. Índice de precisión.

Donde

IP = índice de posición

rcons = registros de medición que cumplen con la condición de conservación

R = total de registros de medición.

En el ejemplo de la Figura 6-8, se delimitan con líneas de trazos los límites esperados de temperatura y humedad relativa para la muestra seleccionada. Durante el invierno, se toman los registros del ambiente de dos de las salas museo de la Biblioteca Pública de la UNLP, la sala Costa Álvarez⁹, y la Sala Sánchez Viamonte¹⁰.

La sala Costa Álvarez (violeta) se encuentra en un 99% del período dentro de la condición de conservación mientras que en la sala Sánchez Viamonte (amarillo), si bien la temperatura coincide con el parámetro esperado, la humedad excede el máximo en un 85% de los casos. En los registros de verano, las salas tienen un comportamiento muy similar, con los valores de humedad relativa casi en su totalidad dentro de rango esperado mientras que la temperatura supera en el 90% de los registros la máxima admisible.

El índice de posición mide de este modo la relación porcentual de registros de una muestra que se ubican dentro del rango adoptado. El índice de posición anual pondera la situación de todo el año evaluado. Este índice representa la aptitud del ambiente para alojar materiales para conservación. En la evaluación de ambientes naturalmente climatizados, un IP elevado caracteriza a un buen ambiente de conservación, mientras que un IP bajo indica una mayor demanda de estrategias o energía adicional para arribar a condiciones de conservación.

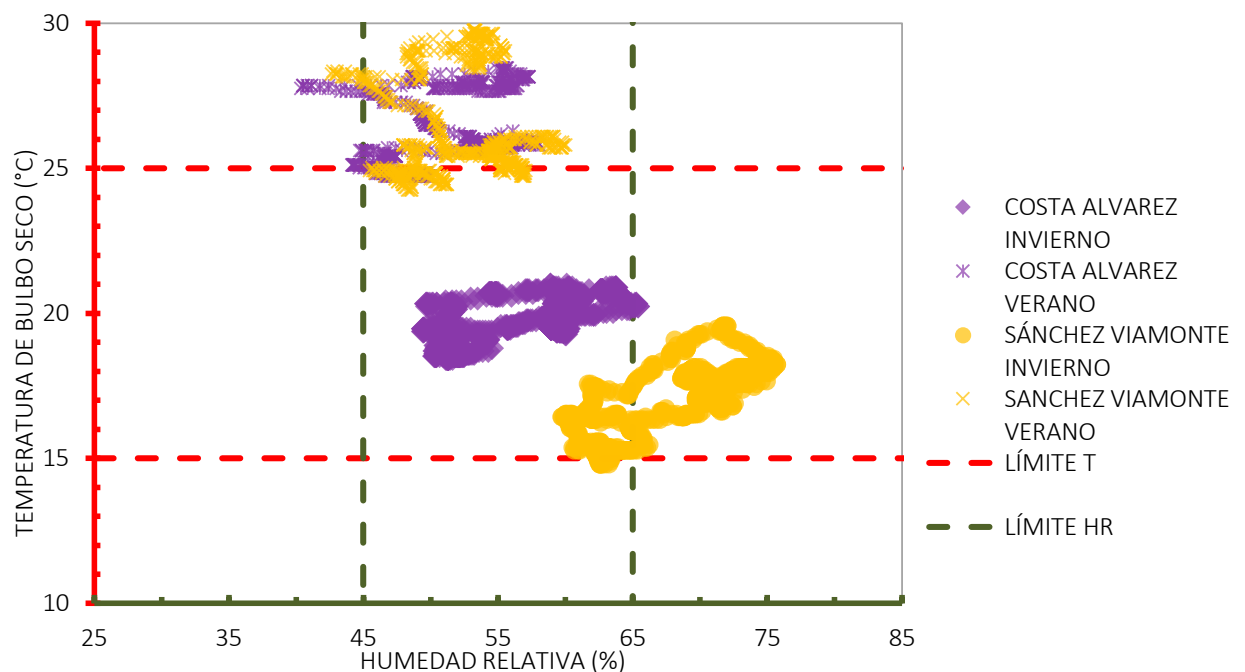


Figura 6-8: Posición respecto de los valores de referencia.

⁹ Arturo Costa Álvarez (1870-1929) fue un periodista, traductor y lingüista argentino, cuyos descendientes donan su biblioteca personal a la UNLP en 1957.

¹⁰ La sala aloja la colección de Carlos Sánchez Viamonte, (1892 – 1972) notable jurista platense y destacado dirigente del Partido Socialista.

6.3.2 Índice de resiliencia anual

Utilizando como insumo, al igual que para el índice de posición, los datos de la monitorización medioambiental realizado con dataloggers, se procede a calcular luego un efecto del ambiente que incide principalmente sobre el daño mecánico de las colecciones. Esta característica, que la bibliografía resalta (UNI10829:1999), es la variación de la temperatura y a humedad relativa en un período de tiempo. Se denomina índice de resiliencia e indica la relación porcentual entre los días en los que la amplitud diaria de temperatura y humedad relativa fue menor a la máxima admisible sobre el total de días evaluados en el año (Diulio y Gómez 2014).

$$IR = \frac{dcons}{D}$$

Ecuación 6-11. Índice de resiliencia.

Dónde

IR = índice de resiliencia

dcons = días de medición que cumplen con la condición de conservación

D = total de días de medición.

Este indicador da cuenta de una propiedad del papel que, como todo material higroscópico, sufre deformaciones como respuesta a cambios en la humedad relativa del ambiente. Estos cambios provocan que los materiales se deterioren ante estos ciclos. Es por esto que la normativa (UNI 1999) prescribe la medición de la variación estacional de las condiciones del ambiente. Idealmente, este valor deberá ser aproximarse a cero.

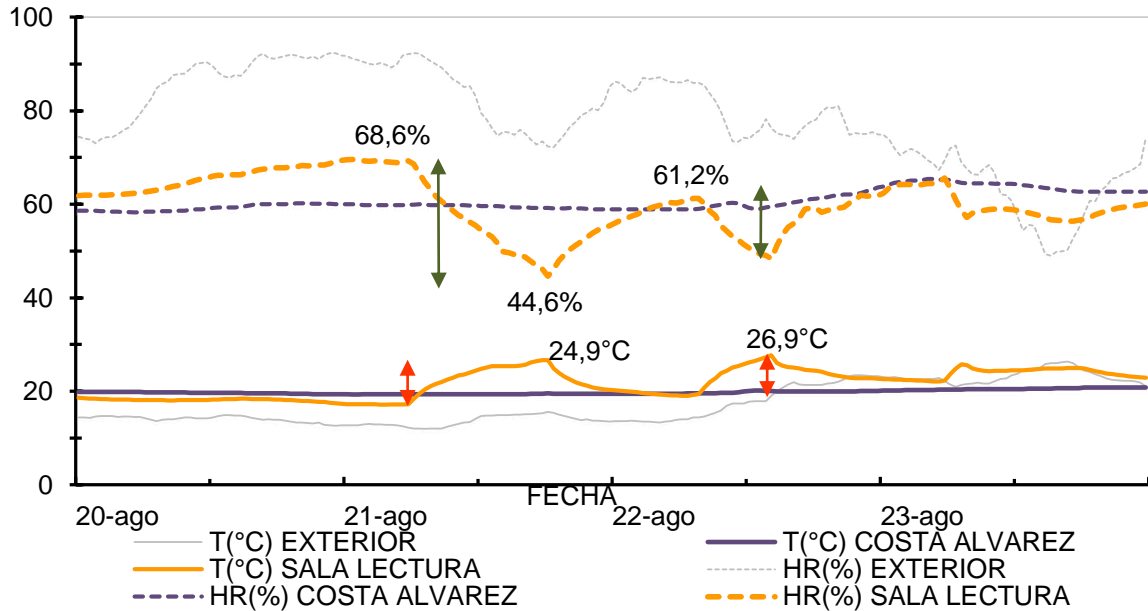


Figura 6-9. Ejemplo de variación diaria de dos salas con diferente IR.

En el ejemplo de la Figura 6-9, extraído de los datos de dos salas de la Biblioteca Pública, en La Plata, Argentina, en las que se observan resultados completamente opuestos que ilustran gráficamente el indicador de resiliencia. La Sala Costa Álvarez (en línea violeta), y la sala de lectura (en línea anaranjada) es una sala silenciosa de estudio con capacidad para 100

personas y en su perímetro tiene una colección de libros de referencia en estantería abierta. La línea gris representa el clima exterior registrado por un sensor HOBO U23 Pro v2 con resguardo de radiación solar ubicado a 1km de distancia de la Biblioteca Pública.

Mientras que la línea violeta se mantiene estable durante los cuatro días, la línea anaranjada sufre ascensos de temperatura con su consecuente descenso de la humedad relativa, desde las 8:00 h alcanzando su pico máximo a las 18:00 h del día 21-08-2012 con 26,7°C, y diferencia de temperatura con el exterior de 11,1°C; y la temperatura mínima registrada en ese día a la medianoche de 17,2°C. Esto significa que la diferencia de temperatura (ΔT) para ese día es igual a 9,5°C ($26,7^{\circ}\text{C}-9,5^{\circ}\text{C}=9,5^{\circ}\text{C}$), por lo tanto, supera la variación máxima admisible de 2°C.

Para el mismo día, la humedad relativa, que crece y decrece en espejo de los movimientos de temperatura, toma los valores de 44,6% a las 18:00 h hasta 69,6% a la medianoche, es decir que la diferencia de humedad relativa (ΔHR) es de 25%. Para la sala-museo denominada “Costa Álvarez” estos desvíos son reducidos: para temperatura máxima 19,6°C y mínima 19,1°C ($\Delta^{\circ}\text{C}=0,5$) y humedad relativa máxima 60,1% y mínima 59% ($\Delta HR=1,1\%$).

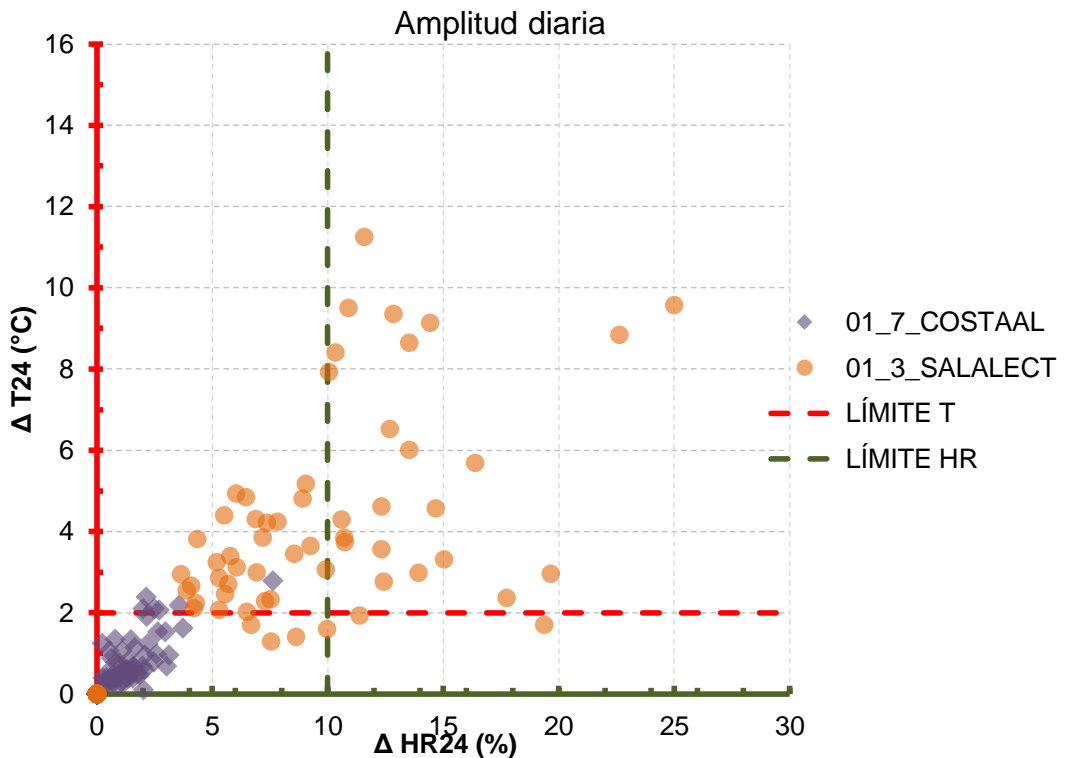


Figura 6-10. Índice de resiliencia según amplitud diaria

La Figura 6-10 muestra en un gráfico de dispersión la diferencia entre ambos casos. Cada punto representa un día de monitorización, en el eje de las abscisas se lee la diferencia entre la humedad relativa máxima y la mínima para cada día, y el eje de las ordenadas, la coordenada corresponde a la diferencia de temperatura máxima y mínima del día. Las líneas

de trazos representan la amplitud máxima admisible: en rojo, 2°C de temperatura y en verde, 10% de humedad relativa. La dispersión de los puntos da cuenta de una baja resiliencia, como se ve en la serie anaranjada, correspondiente a la sala de lectura; y la concentración de los puntos, como es el caso de la Sala Costa Álvarez, indica una alta resiliencia.

Comparativamente, para el mismo día y bajo la misma condición climática, la Sala Costa Álvarez es más resiliente que la Sala de Lectura. El día 21 de agosto de 2012 la Sala Costa Álvarez cumple con la condición de resiliencia y la Sala de Lectura no cumple la condición de resiliencia.

6.3.3 Índice de comportamiento anual

El índice de comportamiento se compone con los dos criterios que deben satisfacer, según la bibliografía, los espacios de conservación: mantener los valores de temperatura y humedad relativa dentro de ciertos rangos que se estipulan según diversas variables, y lograr que la amplitud diaria de dichos valores de temperatura y humedad relativa no superen ciertos máximos admisibles. Por este motivo se propone como un índice general que permita describir el comportamiento higrotérmico en un valor único.

La Figura 6-11 muestra de manera ordenada los índices IP e IR obtenidos en el Caso de Estudio del Capítulo 8, con naranja el valor del índice de posición, y con azul el valor en el índice de resiliencia. Las bandas inferiores, cuyo valor absoluto es más elevado, son las que indican un mejor desempeño.

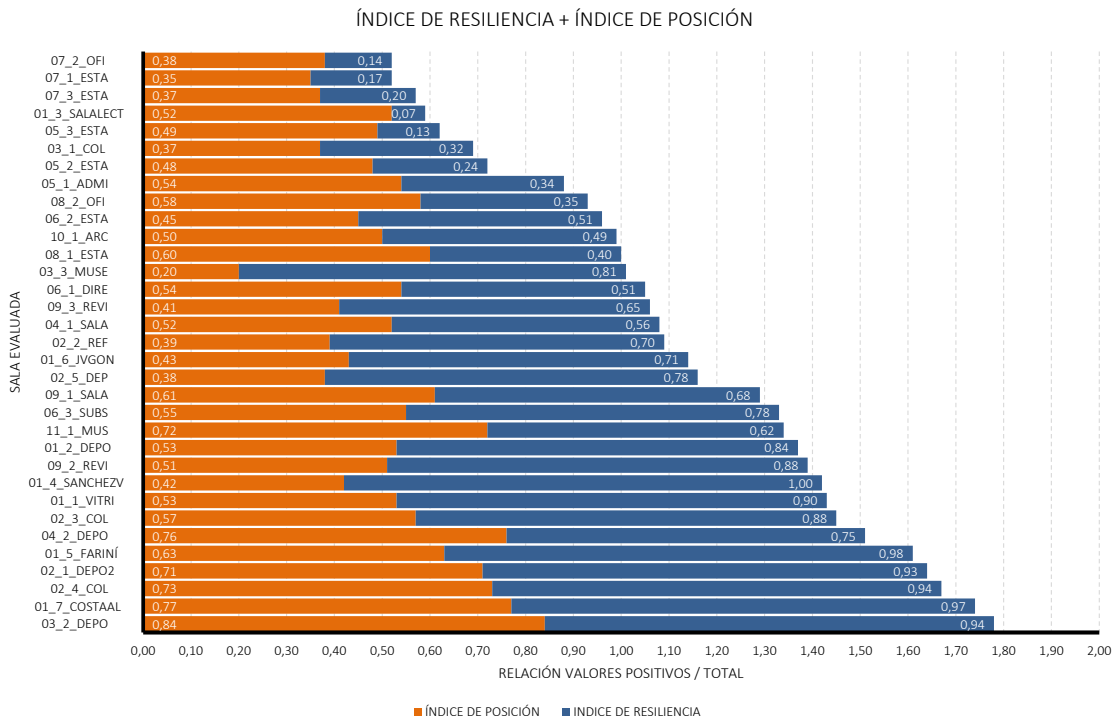


Figura 6-11. Índice de comportamiento como combinación de IP e IR.

El índice de comportamiento continuo se puede calcular además como una combinación entre el índice de posición y el índice de resiliencia (Ecuación 6-12). Una vez calculadas estas variables, se calcula la media aritmética de ambas para obtener el índice de desempeño.

$$IC_i = \frac{IP_i + IR_i}{2}$$

Ecuación 6-12: Índice de comportamiento.

Este cálculo da como resultado un valor cuyo mínimo es cero, para el desempeño más desfavorable; y un máximo de uno, para la situación óptima esperada. Los índices cercanos a 1 son convenientes y esperables, mientras que los valores próximos a cero representan condiciones alejadas de lo esperable.

La Figura 6-12 muestra la evaluación del índice de comportamiento, habiendo realizado el promedio entre los índices que lo conforman. Como se observa, la morfología de la pirámide ordenada no se ha modificado, simplemente el valor que alcanza cada una de las salas está balanceado entre las variables que lo conforman.

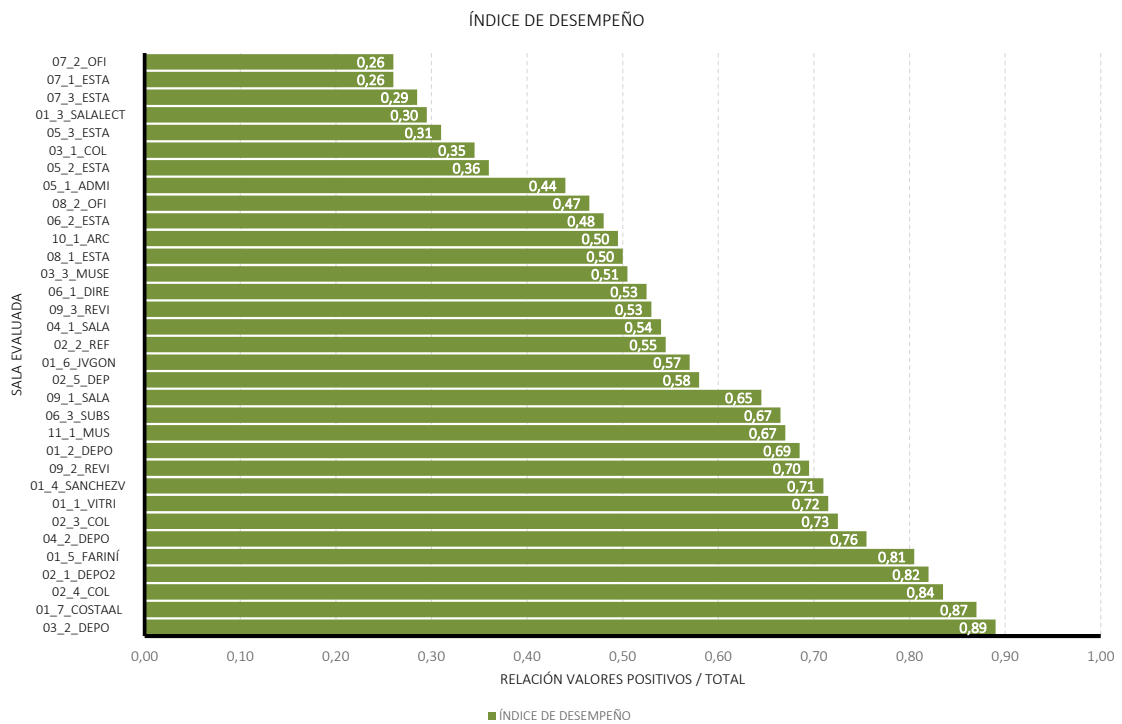


Figura 6-12. Índice de comportamiento calculado.

Este índice, tal como se muestra en la Figura 6-12 puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Sin embargo, el índice de comportamiento, se utiliza también para asociarlo y establecer relaciones con algunas variables independientes de carácter nominal. Este es el caso de las variables “edad de la edificación”, cuyas categorías son “edificio histórico” y “edificio contemporáneo”; y la variable “tipo de sala”, cuyas categorías son “documentos”, “personas” y “combinado”. Para este fin, se constituye un índice de comportamiento con categorías nominales.

Al incorporar el IP y el IR, el índice gana en generalidad, aunque como se verá más adelante, pierde especificidad al balancear las tendencias de los dos indicadores que lo componen.

Este balance se podría resolver utilizando la eficiencia de Pareto, que es una técnica que se utiliza en toma de decisiones para conocer la opción más conveniente cuando se deben satisfacer varios objetivos. Dado un “universo” de alternativas, se busca determinar el conjunto aquéllas que son eficientes de acuerdo con Pareto, es decir, aquellas alternativas que satisfacen la condición de no poder satisfacer mejor uno de esos deseos u objetivos sin empeorar algún otro. Se aplica entre otras disciplinas, en el análisis de costo y beneficio; y tal que mejore en un objetivo sin empeorar al menos uno de los otros.

Ese conjunto de alternativas óptimas establece un “conjunto de Pareto” o la “Frontera de Pareto”. El estudio de las soluciones en la frontera permite a los diseñadores analizar las posibles alternativas dentro de los parámetros establecidos, sin tener que analizar la totalidad de posibles soluciones. Se realiza un diagrama de dispersión donde cada punto es una alternativa y los ejes de coordenadas representan a las dos variables a maximizar.

Esta técnica se utiliza en optimización multi objetivo, principalmente cuando se debe discernir entre variables contrapuestas, como es el caso de la publicación de la que se toma el procedimiento (Karmellos, Kiprakis y Mavrotas 2015). En nuestro caso, la maximización de una no implica la reducción de la otra, pero el aporte está en dar una herramienta criteriosa para indicar cuáles alternativas se consideran con comportamiento adecuado y cuáles no. Esta selección es evidente cuando las variables toman -ambas- valores altos, o bajos, pero el juicio es complejo cuando una de las variables se aumenta mientras otra decrece. Pareto nos ofrece el conjunto de aquellas soluciones no dominadas, lo que significa que cada punto de ese frente en el eje de las abscisas, tiene el mayor valor en el eje de las ordenadas y viceversa.

El procedimiento para hallar las coordenadas de los puntos se desarrolla de la siguiente manera (Ecuación 6-13 y Ecuación 6-14). Teniendo una muestra con n alternativas, donde cada una tiene dos rasgos previamente calculados (índice de posición, IP; e índice de resiliencia, IR), se calcula para cada alternativa (unidad de análisis) el valor respecto de la amplitud de la muestra. El denominador es el rango de valores de la muestra, es decir, la diferencia entre el valor mayor y menor, que actúa como factor de eculización de rangos. El eje X corresponde al IP y el eje Y al IR.

$$x_{pi} = \frac{Rx_{max} - x_i}{Rx_{max} - Rx_{min}} * \frac{1}{n - 1} * i$$

Ecuación 6-13. Frente de Pareto, coordenadas para el eje X

Donde:

x_{pi} = coordenada de la alternativa i en el eje X;

Rx_{max} = valor máximo que toma el IP en la muestra;

x_i = valor del IP de la alternativa considerada;
 Rx_{min} = valor más bajo de IP hallado en la muestra;
 n = número de alternativas que posee la muestra;
 i = número de orden de la alternativa i .

Para obtener los valores del IR, correspondientes al eje Y de la alterativa i , se utiliza la Ecuación 6-14.:

$$y_{Pi} = \frac{Ry_{max} - y_i}{Ry_{max} - Ry_{min}} * \frac{1}{n - 1} * i$$

Ecuación 6-14. Frente de Pareto. Coordenadas para el eje Y.

Donde:

y_{Pi} = coordenada de la alternativa i en el eje Y;
 Ry_{max} = valor de IR máximo de las alternativas;
 Ry_{min} = valor mínimo de IR entre las alternativas;
 y_i = valor de IR que toma la alternativa i ;
 n = número de alternativas que posee la muestra;
 i = número de orden de la alternativa i .

El gráfico de dispersión de la Figura 6-13 muestra la distribución de las alternativas, en verde las que mejor satisfacen ambas condiciones, los puntos alineados en la banda roja son los valores intermedios y los puntos amarillos son los que muestran peor desempeño.

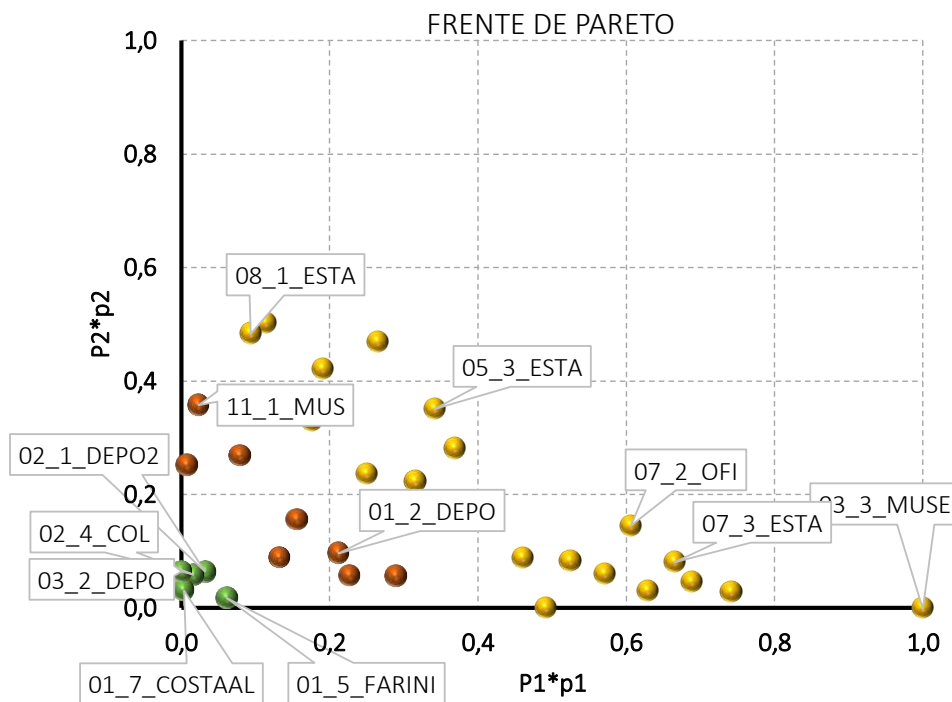


Figura 6-13. Diagrama optimización de Pareto.

El resultado del análisis del frente de Pareto muestra coincidencias con el método propuesto anteriormente, donde se calcula los valores de IC como un promedio de IP e IR. Las etiquetas de los casos se colocan para poder establecer estas conexiones. Si bien el frente de Pareto

es la herramienta idónea para resolver este tipo de decisiones, el método del promedio del IP y el IR entre las alternativas satisfactorias muestra resultados semejantes; y resulta práctico y más simple para el desarrollo de esta investigación. Por este motivo para el análisis de los casos se adopta para la determinación del IC el método de cálculo de los promedios.

El índice de comportamiento nominal clasifica el comportamiento de las salas en dos categorías, regular y bueno, según los valores alcanzados por los índices que lo componen. Para determinar este valor combinado, se ingresan los datos obtenidos de cada sala en un cuadro de dispersión, con eje X igual a índice de resiliencia y eje Y igual a índice de posición, como en la Figura 6-14.

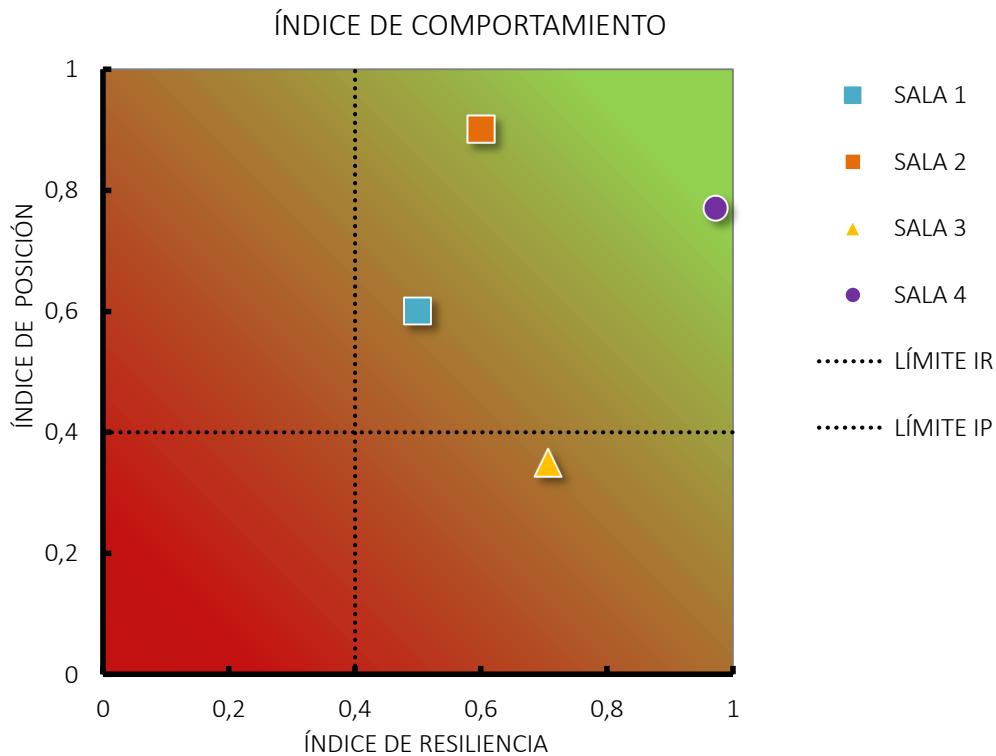


Figura 6-14. Gráfico de dispersión para determinación de índice de desempeño higrotérmico.

La ubicación relativa de cada punto respecto del origen indica el desempeño. Este gráfico podría delimitarse en una cuadrícula con un número infinito de ubicaciones desde el óptimo en verde (arriba a la derecha), y el inadecuado en rojo (abajo a la izquierda) como se muestra en la Figura 6-14. Para sistematizar el procedimiento se reducen las categorías dividiendo cada eje según sean mayores a 0,4 (41% a 100% de aciertos) o menores (0% a 40% de aciertos).

De esta manera y continuando con el criterio adoptado, en el caso de ejemplo de la Figura 6-14, las Salas 1, 2 y 4 tienen un comportamiento bueno mientras que la Sala 3 tiene un comportamiento regular.

6.3.4 Índice de posición estacional

El índice de posición estacional se obtiene calculando la proporción de registros que cumplen una determinada condición sobre el total de registros pertenecientes a la misma estación. Entonces:

$$IP_{estacional} = r_{cons} / R_{estación}$$

Ecuación 6-15: Índice de posición estacional

Donde:

$IP_{estacional}$ = índice de precisión estacional

r_{cons} = cantidad de registros que cumplen con la condición de estar dentro del rango adoptado de conservación en la estación estudiada

$R_{estación}$ = cantidad de registros obtenidos en dicha estación.

6.3.5 Índice de resiliencia estacional

El índice de resiliencia estacional se obtiene calculando la proporción de días en los que tanto para temperatura como para humedad relativa se cumple una determinada condición, que la amplitud de ambas sea menor a la máxima admisible, sobre el total de registros pertenecientes a la misma estación. Entonces:

$$IR_{estacional} = d_{cons} / D_{estación}$$

Ecuación 6-16: Índice de resiliencia estacional.

Donde:

$IR_{estacional}$ = índice de resiliencia estacional

d_{cons} = cantidad de días en los que la amplitud máxima es menor a la amplitud máxima admitida.

$D_{estación}$ = cantidad de días evaluados en la estación.

6.3.6 Índice de comportamiento estacional

Se considera por comportamiento a la condición que valora tanto la capacidad de la sala de mantener una condición determinada dada (o posición), como la propiedad de amortiguar las variaciones y oscilaciones que se producen en el exterior y repercuten en el ambiente interior (o resiliencia). Ambas cualidades son valiosas por su efecto positivo en la conservación preventiva de materiales. El valor comprensivo se denomina índice de comportamiento y se obtiene calculando el promedio de ambas componentes para el período.

$$ID_{estacional} = \frac{IP_{estacional} + IR_{estacional}}{2}$$

Ecuación 6-17: Índice de desempeño estacional.

Donde:

$ID_{estacional}$ = índice de desempeño estacional

$IC_{estacional}$ = índice de posición estacional

$IR_{estacional}$ = índice de resiliencia estacional.

6.3.7 Puntos fuera de rango

Según Martens (2012) es importante determinar cuáles son los rangos que se adoptan en conservación, pero es más importante aún observar qué es lo que sucede en los instantes en los que los registros se encuentran por fuera del rango de seguridad. Es decir, que no es suficiente con asumir que no cumple con una condición solicitada, sino conocer cuán lejos está de alcanzarla.

Es por esto que además de calcular para cada unidad de análisis las variables de comportamiento que permiten evaluar si cumple o no cumple una determinada condición, se cuantifica -para los casos en los que no cumple- en cuántos puntos la muestra excede el valor máximo del rango, o carece para llegar al mínimo del rango, tanto de temperatura como de humedad relativa.

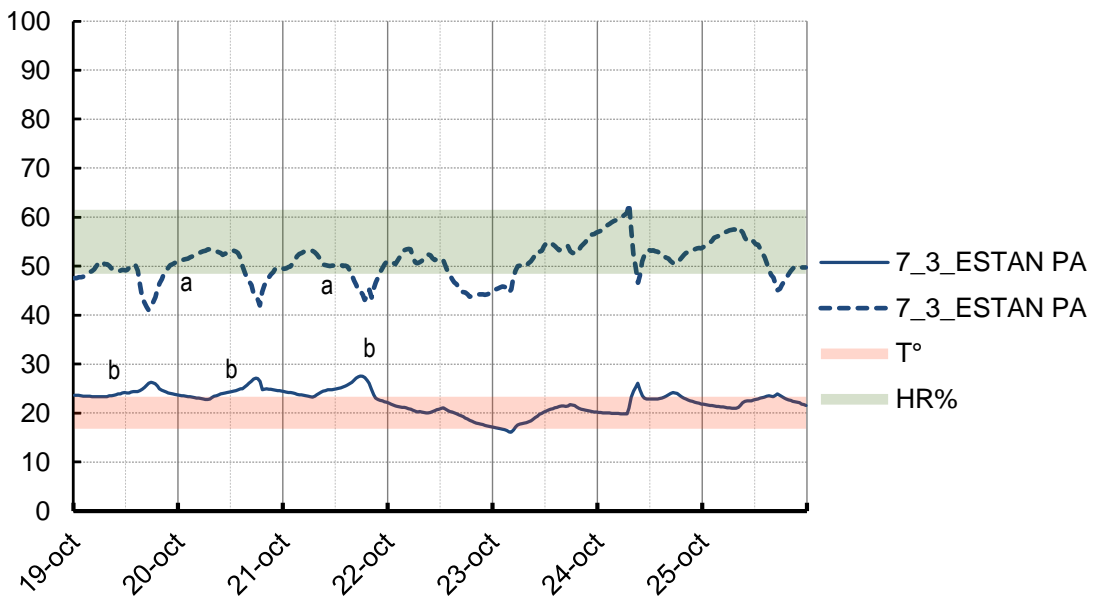


Figura 6-15. Detección de los puntos fuera de rango.

Se utiliza como referencia el procedimiento de cálculo de los grados día de calefacción de una localidad, en la que se suman las diferencias de temperatura entre un valor base y la temperatura media diaria, a lo largo de un periodo determinado (IDAE 2010, p. 14). En este caso, se calculan los puntos de temperatura fuera de rango por exceso " T_{EXC} ", es decir, que exceden el valor máximo, como los puntos "b" de la Figura 6-15 y los puntos de temperatura fuera de rango por defecto " T_{DEF} ", es decir los puntos que carecen de temperatura suficiente para alcanzar la temperatura mínima.

El mismo procedimiento para los puntos de humedad relativa fuera de rango por exceso “HR_{EXC}”; y los puntos de humedad relativa de humedad relativa que no entran en rango por defecto “HR_{DEF}” como los puntos “a” de la Figura 6-15.

$$T_{EXC} = \Sigma > T_{max} - N_{reg} > T_{max} * T_{max}$$

Ecuación 6-18: Puntos de temperatura fuera de rango por exceso.

Donde:

T_{EXC}= puntos de temperatura fuera de rango por exceso.

Σ>T_{max}= sumatoria de los valores absolutos de todas las temperaturas mayores a la máxima admisible.

N_{Reg >T_{max}}= Cantidad de registros que superan la T_{max}

Según la Ecuación 6-18, T_{EXC} es igual a la sumatoria de todas las temperaturas mayores a la temperatura máxima admisible, menos la cantidad de registros con temperatura mayor a la máxima admisible multiplicado por dicha T_{max}.

$$T_{DEF} = \Sigma < T_{min} - N_{reg} < T_{min} * T_{min}$$

Ecuación 6-19: puntos de temperatura fuera de rango por defecto

Donde:

T_{DEF}= puntos de temperatura fuera de rango por defecto.

Σ<T_{min}= sumatoria de los valores absolutos de todas las temperaturas menores a la mínima admisible.

N_{Reg <T_{min}}= Cantidad de registros por debajo de la T_{min}.

106

La Ecuación 6-19 indica que los puntos de temperatura fuera de rango por defecto se calculan con la sumatoria de todos los valores absolutos de temperatura con valores inferiores a la temperatura mínima admisible, restando la cantidad de registros en los que la temperatura mínima fue inferior a la mínima multiplicada por dicha temperatura mínima admisible.

$$HR_{EXC} = \Sigma > HR_{max} - N_{reg} > HR_{max} * HR_{max}$$

Ecuación 6-20: puntos de humedad relativa fuera de rango por exceso.

Donde:

HR_{EXC}= puntos de humedad relativa fuera de rango por exceso.

Σ>HR_{max}= sumatoria de los valores absolutos de todas las humedades relativas mayores a la máxima admisible.

N_{Reg >HR_{max}}= Cantidad de registros que superan la HR_{max}

La Ecuación 6-20 explica el procedimiento para calcular los puntos de humedad relativa fuera de rango por exceso, que al igual que con la temperatura, consiste en sumar los valores de humedad relativa superiores a la máxima admisible, menos la cantidad de registros cuyos

valores absolutos sobrepasan el valor de HR máxima admisible, por el valor de HR máxima admisible.

En la Ecuación 6-21 se repite el procedimiento calculando la sumatoria de los valores absolutos de HR para los casos en los que se encuentra por debajo de la humedad relativa mínima admitida, menor la cantidad de registros que cumplen esta condición por la humedad relativa mínima admitida.

$$HR_{DEF} = \Sigma < HR_{min} - N_{reg} < HR_{min} * HR_{min}$$

Ecuación 6-21: puntos de humedad relativa fuera de rango por defecto.

Donde:

HR_{DEF} = puntos de humedad relativa fuera de rango por defecto.

$\Sigma < HR_{min}$ = sumatoria de los valores absolutos de todas las humedades relativas menores a la mínima admisible.

$N_{Reg} < HR_{min}$ = Cantidad de registros por debajo de la HR_{min} .

En la medida que estos valores se incrementan el desempeño se reduce. Valores cero o cercanos a cero implica que desempeño se encuentra dentro de las pautas preconcebidas. En la práctica, este valor se calcula para cada sala y para estación del año monitoreada con el fin de calificar, ya no desde el desempeño, sino desde la ineficacia de cada caso para aproximarse a un diagnóstico más acertado asociado a la envolvente.

6.4 Determinación de umbrales admisibles de DHT

Una vez definidos los índices, se procede a establecer los límites que se adoptan para finalizar la evaluación de los casos, y determinarlos como satisfactorios o no satisfactorios. Un umbral es el valor mínimo de una magnitud a partir del cual se produce un efecto determinado¹¹. Es decir que, una vez establecido para cada caso cuál es la calificación que obtiene, es necesario saber a partir de qué valor se considera adecuado.

Es recomendable que los umbrales se basen en la evidencia y en los datos: en información de literatura científica y en datos de campo válidos. También debe estar orientado a mejorar la práctica, por lo que su valor de admisibilidad debe reflejar el desempeño óptimo hacia el que la institución aspira. Los umbrales pueden modificarse en el tiempo, por lo que es recomendable plantear valores que permitan una revisión periódica. Por último, los umbrales no deben ser ambiguos, sino objetivos y claros (Araujo, Silva y Poblete 2010).

En esta investigación, los límites se definen a partir de la distribución que toman los resultados obtenidos en la muestra, de manera de clasificarla en dos categorías que logren un cuerpo de

¹¹ Real Academia Española

datos sustancioso en ambos grupos. Para la distribución del caso de estudio en La Plata, que se desarrolla en el capítulo 8, la distribución es la que se observa en la Figura 6-16.

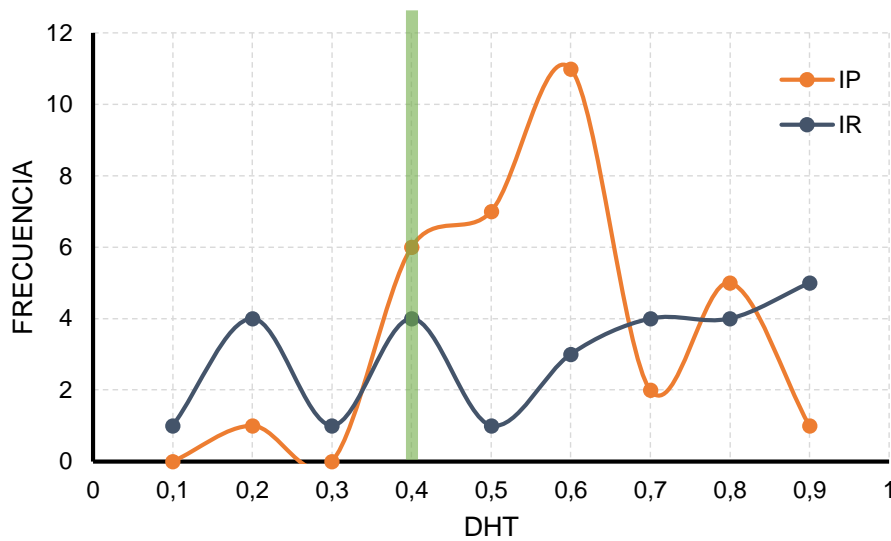


Figura 6-16. Ejemplo distribución de la muestra para adopción del umbral límite.

Como muestra la línea vertical verde de la Figura 6-16, que pasa por el valor 0,41 del eje de las abscisas es el límite de calidad adoptado para estas variables, IP e IR. En este caso la distribución tiene más peso del lado de los valores satisfactorios, es decir que es una vara baja con la que se evalúa. Sin embargo, la obtención del índice de comportamiento (IC), se calcula como el promedio de los valores obtenidos para IP e IR siempre que éstos sean mayores a 0,41.

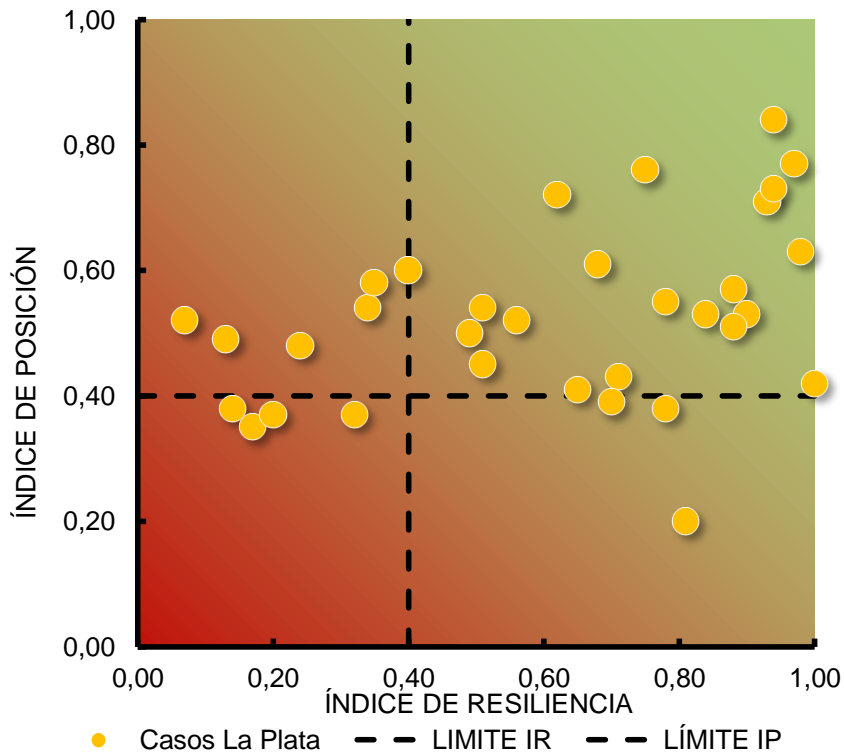


Figura 6-17. Distribución de DHT de los Casos de Estudio La Plata.

Esta condición simultánea hace que en los casos con evaluación favorable se reduzcan, aproximándose a una distribución equiparable. La Figura 6-17 muestra esta observación con el ejemplo de los Casos de Estudio analizados para La Plata, en la que el 60% de los casos tiene un IC favorable, y el 40% un IC regular.

La Figura 6-17 muestra la distribución en el esquema de una muestra de 33 casos. Cada caso está representado con un marcador amarillo, cuyas coordenadas son el valor de IP en el eje de las ordenadas y el valor de IR en el eje de las abscisas. Las líneas de corte o umbrales, están ubicadas en el valor 0,41.

Si este procedimiento se aplica a una muestra con una distribución homogénea en toda la superficie del gráfico, los casos satisfactorios toman un 36% de esta superficie (los delimitados en el sector de 0,60x0,60) con mayor proporción de fondo verde, y los no-satisfactorios, o regulares, toman un 64% en la superficie restante de la gráfica, con mayor proporción de fondo rojo.

La Tabla 6-4 resume la escala que toma cada una de los índices, y los valores para los que el valor se considera regular -o deficiente-; y satisfactorio. Para los índices de posición y resiliencia, tanto anual como estacional, la línea de corte se define en 0,40, es decir que valores entre 0,41 y superiores entran en la categoría satisfactorio. Para el índice de comportamiento y el índice de resiliencia, la condición para determinarlo como satisfactorio es que el valor sea mayor a 0,4; mientras que, para el índice de comportamiento, tanto anual como estacional, la condición para que sea regular es que IP o IR sean menores o iguales a 0,4; y para ser satisfactorio, IP mayor a 0,4 e IR mayor a 0,4. Para los puntos fuera de rango no se define un valor límite porque se analiza desde el punto de vista cualitativo para cada caso.

ÍNDICADOR		REGULAR	SATISFACTORIO
Posición Anual	IP	0 – 0,40	0,41 – 1,00
Resiliencia anual	IR	0 – 0,40	0,41 – 1,00
Comportamiento anual	IC	Si $IP < 0,4$ v $IR < 0,4$	Si $IP > 0,4$ ^ $IR > 0,4$
Posición estacional	IP _{est}	0 – 0,40	0,41 – 1,00
Resiliencia estacional	IR _{est}	0 – 0,40	0,41 – 1,00
Comp. estacional	IC _{est}	Si $IP_{est} < 0,4$ v $IR_{est} < 0,4$	Si $IP_{est} > 0,4$ ^ $IR_{est} > 0,4$
Puntos fuera de rango		-	-

Tabla 6-4. Indicadores de evaluación utilizados.

En este capítulo se ha explicado cómo se han obtenido las variables elegidas para caracterizar la envolvente de los edificios, en base a hipótesis desarrolladas en otras investigaciones que se toman de referencia. Una vez justificada su adopción, se desarrolla el procedimiento de cálculo de las mismas.

Por otra parte, se proponen tres índices de desempeño higrotérmico que sirven para evaluar la aptitud de las salas de las bibliotecas en lo respectivo al clima de conservación. Los umbrales de admisibilidad se formulan en base a la distribución de la muestra.

Una vez calculados y evaluados los dos grupos de datos, a continuación se desarrolla un método para establecer relaciones de dependencia de la envolvente hacia el desempeño higrotérmico.

7. ETAPA 3.

INFERENCIAS Y MODELIZACIÓN

En este capítulo se explican los procedimientos estadísticos mediante los cuales se van a obtener los factores de la envolvente más influentes sobre el desempeño higrotérmico. Este procedimiento se realiza tanto para el resultado de la monitorización integral como para los resultados parciales de cada estación.

Con el resultado de esta práctica, el diseñador cuenta con características de la envolvente, verificados empíricamente, que inciden favorablemente en el desempeño higrotérmico de las salas con fines conservativos.

A continuación, se desarrolla el procedimiento mediante el cual se estructura el modelo replicable para otros contextos.

7.1 Inferencias

De cada una de las variables explicadas precedentemente se obtienen datos que representan distintos aspectos de los espacios evaluados. Este apartado, pretende guiar el proceso de inferir, es decir, deducir algo como conclusión de otra cosa¹², lo que en este caso significa sacar una conclusión aplicable a un caso no observado a partir de los aspectos distintivos analizados en los espacios evaluados.

El razonamiento inductivo¹³ es utilizado para establecer similitudes entre un grupo de casos analizados que conforman la muestra de edificios de referencia, como base para inferir un comportamiento análogo en el proyecto optimizado. Siguiendo esta corriente, es posible predecir un resultado basado en el resultado de una muestra de casos representativa, mientras que ésta se encuentre bajo las mismas condicionantes del caso a obtener.

La utilidad de este procedimiento radica en que, una vez detectados los principales factores de la envolvente que inciden sobre el clima interior de conservación, el arquitecto puede proponer una estrategia que permita potenciar o mitigar estos factores según sea el caso.

Dado que lo que se busca es encontrar los parámetros físicos de la envolvente que inciden sobre el desempeño, se consideran variables independientes aquellas cuyo valor no depende de otras variables, sino que son los criterios utilizados por el arquitecto diseñador. Las variables dependientes son aquellas que, según la hipótesis de trabajo, se verán influenciadas por el efecto de las variables independientes.

Dado que con los datos obtenidos se espera realizar pruebas estadísticas, se definen a continuación brevemente cuáles son las particularidades que pueden tomar los datos. Según las características de los atributos a medir con la variable, se pueden distinguir cuatro niveles de medición: (i) nominal; (ii) ordinal; (iii) de intervalos; y (iv) proporcional o de razón (Fernández Loureiro 2011).

El nivel de medición *nominal* se aplica con fines clasificatorios, y en estos casos se realiza una agrupación denominada por un nombre y entre cada una de estas categorías no existe una relación explícita.

El nivel de medición *ordinal*, además de clasificar los datos como el nivel inferior, establece una relación de orden entre cada una de las categorías.

La *escala de intervalos* incorpora a las características del nivel inferior la distancia uniforme entre dos números de una escala para cierta propiedad de la medida, es decir

¹² Inferir. Del lat. *inferre* 'llevar a'. Deducir algo o sacarlo como conclusión de otra cosa. *Se infiere de su rostro que está contento*. Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

¹³ Inducir. Del lat. *inducere*. Extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio general implícito en ellas. Real Academia Española © Todos los derechos reservados.

que los números pueden ser asociados con las posiciones del objeto en la escala en la que se mide. En este nivel el cero es arbitrario.

La *escala de razón*, además de los atributos del nivel de intervalos tiene un valor de origen cero verdadero que implica la ausencia de propiedad: cero metros significa que no hay distancia. Además, es posible establecer relaciones de proporción entre las unidades.

Como uno de los objetivos de esta tesis es establecer relaciones de dependencia del desempeño encontrado y los aspectos físicos de la envolvente, luego de haber establecido los indicadores y obtenidos los resultados se procede a realizar procedimientos estadísticos de asociación entre variables. Para este fin y tomando como antecedente el trabajo de Schuler (Schuler, Weber y Fahl 2000) y luego do Carmo (do Carmo y Christensen 2016), se utiliza el coeficiente de determinación R^2 , coeficiente de Pearson y de Cramér.

Las pruebas utilizadas son el coeficiente de correlación de Pearson para las variables continuas, y el coeficiente V de Cramér para variables nominales. Mientras que las variables que caracterizan el DHT son escala de razón, algunas de las variables independientes, o descriptoras de la envolvente, son discretas. Para hacer posible la prueba, se discretizan las variables continuas (ver 6.3 Determinación de índices de desempeño), clasificando los resultados de la muestra según el valor de DHT obtenido: valores superiores a 0,6 se asumen como “satisfactorios” y valores por debajo de este límite se denominan “regulares”.

Las medidas de asociación de las variables ordinales se calculan realizando tablas de contingencia utilizando la herramienta IBM SPSS 15.0 para Windows Versión 23, Estadística para las Ciencias Sociales (*Statistic for Social Sciences*). Las medidas de correlación para las escalas continuas se realizan con Microsoft Excel.

7.1.1 Pruebas estadísticas para variables nominales

Para realizar la prueba de la existencia de algún tipo de dependencia entre las variables independientes, o descriptoras de la envolvente, y las variables dependientes, o descriptoras del desempeño higrotérmico (DHT) de las salas analizadas se elaboran tablas de contingencia.

Una tabla de contingencia es un cuadro de doble entrada, donde en cada casilla se coloca la cantidad de casos que cumplen con los criterios que establecen las categorías adoptadas. Convencionalmente se coloca la variable independiente en las columnas y la variable dependiente en las filas.

La tabla de contingencia sirve para organizar y clasificar la muestra de casos en las categorías correspondientes, y también para saber si la variable dependiente lo es realmente, es decir,

comprobar que los valores de las filas están influidos por la modalidad o nivel que adopten los valores de las columnas.

La dificultad de elaborar estas tablas depende en gran parte de la cantidad de datos que se manejen, pero es un procedimiento muy simple de resolver manualmente. La manera más conveniente de realizar este procedimiento es utilizando IBM SPSS, que es una herramienta para análisis estadístico cuyo uso está muy difundido, sobre todo en las ciencias sociales.

Como primera acción, se debe realizar la carga de los datos del cálculo y la evaluación, obtenidas en la Etapa 2. La carga de datos se realiza en una grilla, en un entorno similar a Excel: cada unidad de análisis está representada por una fila, y las variables en las columnas. Sin embargo, a diferencia de Excel, en una hoja auxiliar se incorporan los metadatos o propiedades de las variables: nombre, categorías, cantidad de caracteres, estala de la variable (Figura 7-1).

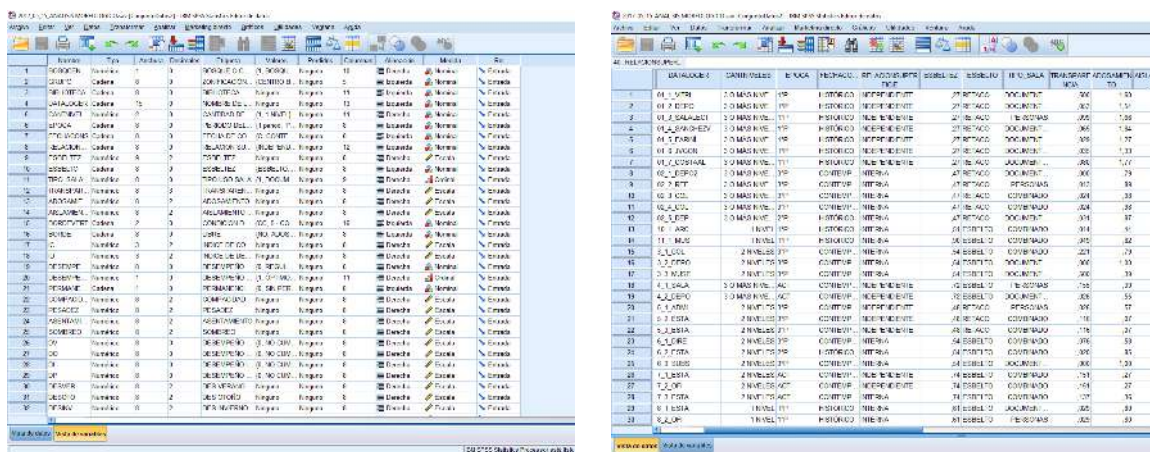


Figura 7-1. Entorno SPSS, vista de variables, y vista de datos.

Para generar las tablas de contingencia, se debe seleccionar en el menú la opción “Analizar”, luego “Estadísticos” y entonces, “Tablas cruzadas”. En el cuadro de diálogo se visualiza a la izquierda la lista de las variables que he incorporado en el paso previo, que se deben seleccionar y colocar según correspondan en las filas o en las columnas de la tabla (Figura 7-2).

La opción “Estadísticos” permite seleccionar la prueba estadística a realizar. Las medidas de asociación nominales (coeficiente de contingencia, Phi y V de Cramér, Lambda y Coeficiente de incertidumbre) sólo informan del grado de asociación existente, pero no de la dirección de esa asociación. Sus valores son siempre positivos de manera que un resultado próximo a cero indica un bajo nivel de asociación, mientras que un resultado próximo a 1 indica un elevado nivel de asociación.

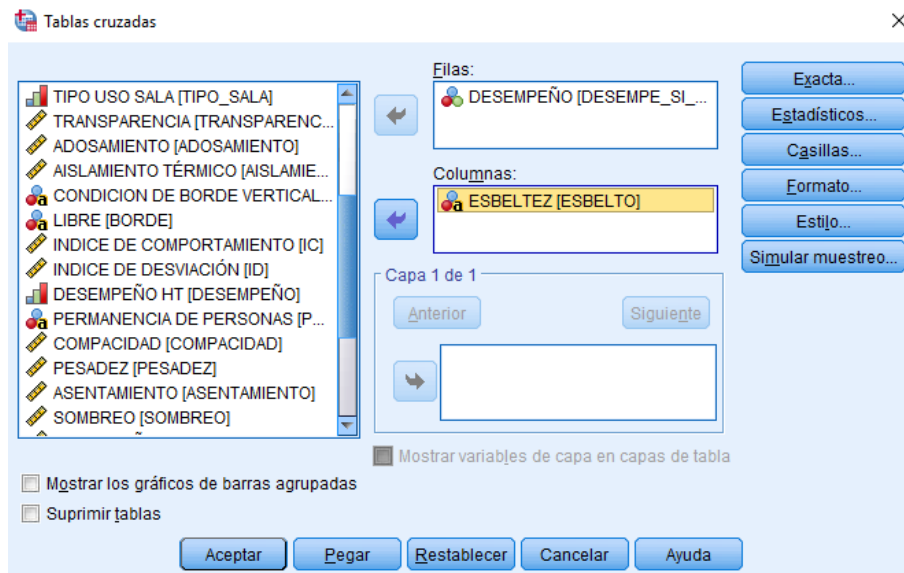


Figura 7-2. Ubicación de variables en tabla cruzada.

Las medidas de asociación ordinales (Tau, Gamma, d de Somers) aportan información sobre la dirección de la relación, pudiendo tomar tanto valores positivos como negativos. Así, un resultado positivo, indica una relación directamente proporcional entre las variables analizadas, y si el resultado es negativo, entonces la relación es inversamente proporcional.

Finalmente, antes de proceder a la tabla, se deben indicar las preferencias para las casillas. Para facilitar la interpretación de la tabla se colocan las frecuencias obtenidas, y los porcentajes por columna. En la Figura 7-3, a la izquierda se observa el cuadro de diálogo de la opción “estadísticos”, en la que se tilda el Phi t V de Cramer; y a la derecha, el cuadro de diálogo de las “casillas”, donde se pide que los resultados se muestren con las frecuencias observadas y los porcentajes por columna.

115

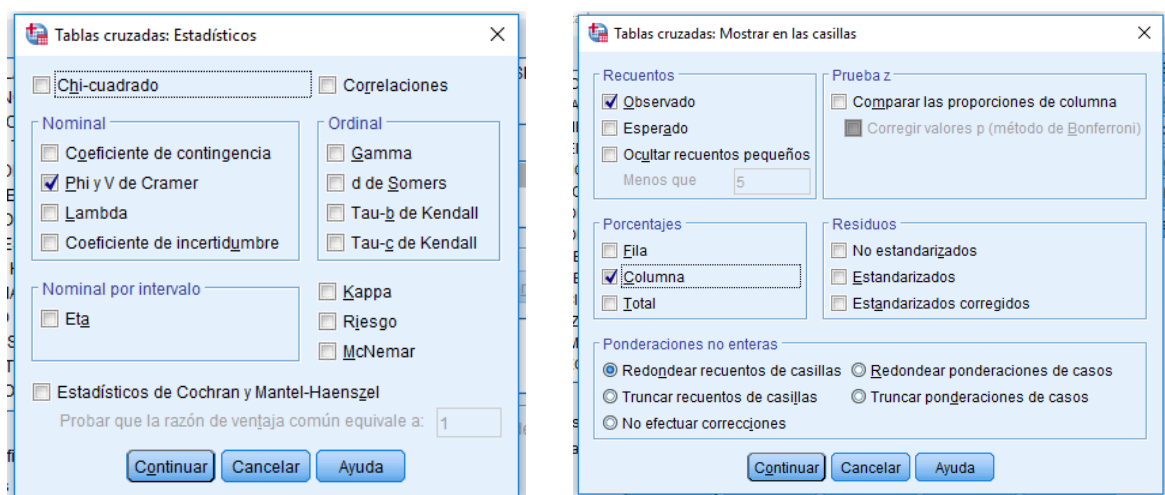


Figura 7-3. Configuración de tabla de contingencia en SPSS.

Las frecuencias obtenidas en cada celda son la cantidad de casos en las que coincide el cruce de las categorías. En el ejemplo de la Tabla 7-1, hay 7 salas esbeltas y con desempeño

higrotérmico (DHT) regular, 5 salas no-esbeltas con DHT regular, 11 salas esbeltas con DHT bueno, y 10 salas no-esbeltas con DHT bueno. Un aspecto a considerar es para el análisis es que, para que el contraste sea estadísticamente válido en cada celda de la tabla deberá existir un mínimo de 5 observaciones. Cuando las muestras son limitadas, como siempre que los casos de estudio son edificios reales, es conveniente reducir la cantidad de categorías de manera de aumentar la cantidad de observaciones por categoría.

Para calcular los porcentajes por columnas, se divide el número de casos de cada casilla, con el total de casos de la columna. De esta manera se obtiene el porcentaje de cada variable dependiente en relación respecto de la variable independiente. Por ejemplo, de un total de 18 salas esbeltas (100%), 11 tienen DHT bueno (61,1%).

La interpretación de la tabla de contingencia se realiza analizando los porcentajes siguiendo las filas, y comenzando desde la columna de totales de la derecha. Se debe comparar la variación de los porcentajes de las filas: a más diferencia de porcentajes, más fuerte es la relación entre las variables. La diferencia entre los porcentajes es un indicio de que hay relación entre las variables, y que una explica a la otra. En caso contrario, no hay relación.

Tabla de contingencia DHT * ESBELTEZ		ESBELTEZ		Total	
		ESBELTO	NO ESBELTO	ESBELTEZ	
DHT	REGULAR	Frec. observada	7	5	12
		% de ESBELTEZ	38,9%	33,3%	36,4%
	SATISFACTORIO	Frec. observada	11	10	21
		% de ESBELTEZ	61,1%	66,7%	63,6%
Total	Frec. observada	18	15	33	
	% de ESBELTEZ	100%	100%	100%	

116

Tabla 7-1. Ejemplo interpretación tabla de contingencia.

En el ejemplo de la Tabla 7-1, las salas con desempeño regular son el 36,4% de las salas. Este porcentaje es menor en las salas no-esbeltas (33,3%); y mayor (38,9%) en las salas esbeltas. Es decir que la esbeltez tiene una incidencia leve negativa en el DHT.

Las tablas de contingencia permiten establecer una asociación de dependencia entre variables, pero no podemos cuantificar la asociación mediante su uso. Para este fin se propone la utilización de la prueba V de Cramér, que es una corrección del Chi-cuadrado que aporta la ventaja respecto a la anterior de que su valor es independiente del tamaño de la muestra (Puente Viedma 2009, p. 116). Esta prueba lleva el nombre de Harald Cramer, matemático sueco que la formuló, en la que se mide la fuerza de asociación con un valor entre 0 (independencia) y 1 (asociación perfecta).

El 0 representa ausencia de asociación, y valores entre 0 y 0,3 se denominan como dependencia leve. Entre 0,31 y 0,6 se considera una correlación significativa; y valores

superiores a 0,6 se interpretan como asociaciones intensas. Dado que Cramér V es un número siempre positivo, no se pueden hacer afirmaciones acerca de la dirección de la relación.

7.1.2 Pruebas estadísticas para variables continuas

Las pruebas para determinar la dependencia entre las variables independientes, o descriptoras de la envolvente; y las variables dependientes, o descriptoras del desempeño higrotérmico (DHT) de las salas analizadas, cuando las variables son continuas se elaboran gráficos de dispersión y pruebas correlación de Pearson y regresión lineal.

La asociación entre las variables se puede determinar cuando existen diferencias en las distribuciones condicionales de una variable para los distintos valores de la otra. La forma de la nube de puntos que se genera en el gráfico de dispersión indica la tendencia de los valores de la variable dependiente, ubicada en el eje de las Y, respecto de los valores de la variable independiente, ubicados en el eje X. Para poder afirmar que la variable del eje Y es efectivamente dependiente de la variación de X, la forma de la nube de puntos deberá agruparse linealmente y en pendiente. La intensidad de la correlación está dada por el ajuste de la nube de puntos a la línea que marca la tendencia de la distribución

El coeficiente de correlación de Pearson oscila entre -1 y 1 como máximo, y la fuerza de asociación se interpreta según su valor absoluto: valores próximos a 1 indican una relación lineal más intensa entre las dos variables. Un valor positivo pone de manifiesto una relación lineal directa; uno negativo indica una relación lineal inversa; y si el valor fuera igual o muy próximo a 0, indica la inexistencia de relación lineal entre las dos variables, o independencia.

Su cálculo en Excel se realiza mediante la función COEF.DE.CORREL (Ecuación 7-1), y lo resuelve como una fórmula matricial, es decir que lo calcula para las celdas pertenecientes a un grupo específico de datos. Luego de seleccionar los argumentos en la barra de fórmulas se debe presionar Ctrl+Mayús+Enter para cerrar la matriz.

$$\{=COEF.DE.CORREL(A1:A34;B1:B34)\}$$

Ecuación 7-1. Nomenclatura coeficiente de correlación en Excel.

En el ejemplo de la Ecuación 7-1, se supone que las celdas 1 a 34 de la columna A tienen los datos correspondientes a la variable independiente y las celdas 1 a 34 de la columna B tienen los datos de la variable dependiente. De cualquier manera, el orden de las variables no tiene ningún efecto en el resultado.

Para aplicar el coeficiente de correlación r de Pearson, se deben considerar los siguientes aspectos: i) las variables tienen que ser numéricas; ii) la muestra se debe analizar bajo la presunción de que la relación entre las variables es lineal (pueden existir correlaciones fuertes en asociaciones cuadráticas, por ejemplo), iii) los valores residuales, muy alejados de la muestra, tienen a dar coeficientes más altos, ocultando la verdadera asociación; y finalmente,

iv) el coeficiente de correlación no se expresa en ninguna unidad de medida (Puente Viedma 2009).

Otra técnica utilizada es el Análisis de Regresión Lineal Simple (ARLS) que es una técnica de dependencia y exploratoria partiendo de la asunción de la ecuación de la línea recta, a la que se denomina modelo explicativo-predictivo. Se considera *de dependencia* por tener una variable dependiente (y) y otra variable independiente (x). Es *exploratorio* porque se trata de seleccionar o encontrar la mejor variable independiente. Es *explicativo-predictivo*, porque se trata de explicar o predecir la variable dependiente (Puente Viedma 2009).

Entonces, la regresión lineal o coeficiente de determinación puede utilizarse para: investigar si existe una asociación; estudiar la fuerza de la asociación, y predecir el valor de una variable a partir de otra. La notación es R^2 (aunque se debería utilizar r^2 dado que es igual al cuadrado del coeficiente r de Pearson) e indica qué porcentaje de la variabilidad total en la variable dependientes Y puede ser explicada por la variable regresora (independiente), en consecuencia es una medida de la capacidad de predicción del modelo, aunque tal como se comentó R^2 también es una medida de la fuerza de la asociación lineal entre X e Y (Orellana 2008).

El coeficiente de determinación R^2 es un valor entre 0 y 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$); o depende de las unidades de medición, mientras mayor es R^2 mayor es la fuerza de la variable regresora para predecir el valor desconocido, y toma el mismo valor al usar X para predecir Y, que a la inversa, es decir, no da cuenta de cuál es la variable independiente (Orellana 2008).

Finalmente se obtiene la recta de mínimos cuadrados, que es aquella que, en un diagrama de dispersión, se ajusta mejor que ninguna otra a los datos porque la distancia entre el punto y la recta es la menor. Se denomina residuo a la distancia vertical entre la observación (el punto) y la recta. Los residuos que se encuentran por encima de la recta son positivos, y los residuos que se hallan debajo de la recta son negativos. La recta de mínimos cuadrados (RMC) se define como aquella para la que la suma de cuadrados de los residuos se minimiza (Navidi 2006). Esta recta se obtiene en Excel, una vez realizado el gráfico a partir de la distribución de la muestra. De la misma manera se obtiene la ecuación de la recta y el coeficiente de regresión lineal R^2 .

7.2 Modelización

Para la elaboración del modelo se utiliza como referencia la metodología utilizada para el desarrollo del sistema de análisis multivariado aplicado para presupuestos de obras (Ramírez de Arellano Agudo 1989) y la propuesta para la cuantificación de recursos consumidos y emisiones de CO₂ en la construcción (Mercader Moyano, Olivares Santiago y Ramírez de Arellano Agudo 2010).

Un modelo se define como una secuencia de sucesos que, realizados de manera ordenada, conducen a la satisfacción de un objetivo. En este caso, se trata de un modelo previsional, ya que intenta inferir a partir del conocimiento de un sistema en condiciones dadas, cuál será su comportamiento en condiciones no observadas; y es a su vez un modelo decisional, porque facilita la toma de decisiones a partir de dicha predicción (Ramírez de Arellano Agudo 1989).





El punto de partida del modelo que se plantea es la necesidad de líneas guía para diseñar y proyectar un edificio en el que exista una prioridad orientada hacia la conservación preventiva de los objetos que se guardan en su interior. La premisa es satisfacer de forma pasiva las condiciones micro-climáticas de temperatura y humedad relativa que estas salas requieren, de manera tal de minimizar la demanda energética en acondicionamiento.

Ahora bien, cabe la posibilidad de que, por tratarse de edificios singulares, no existan edificios que puedan ser utilizados como referencia, y en ese caso los resultados de los casos analizados previamente, conformando una experiencia que se incrementa con los usos sucesivos. Si los casos de referencia no son compatibles con el caso a optimizar, se deberá apelar a otros métodos de predicción, como por ejemplo simulación numérica, que quedan fuera del alcance de la presente investigación.

A partir de la determinación de los factores más influyentes, se espera poder establecer un criterio que permita adoptar las experiencias de la base de datos, obtenidas sobre una muestra concreta, para los casos en los que no sea posible contar con preexistencias. En la medida en que la base de datos crece y se perfecciona, la calidad de los resultados tiende a ser más precisa y específica.

El grupo de “casos de referencia” debe contar con al menos 25 unidades para permitir estimaciones significativas (Ramírez de Arellano Agudo 1989). El total de los casos se encuentran almacenados en la base de datos, que se enriquece con los resultados obtenidos en cada nuevo uso, descartando los casos menos significativos a medida que se incluyen casos más significativos.

El diagrama de flujos de la Figura 7-4 ilustra la secuencia lógica del proceso que se propone para la ejecución del modelo. Las formas utilizadas para los cuadros de texto representan la función de la acción en el modelo:

	Inicio y terminación del proceso
	Proceso o acción.
	Interrogación. Pregunta a responder, generalmente por sí o por no
	Salida de un documento, que representa la entrega de un informe.



	Base de datos. Datos almacenados en un dispositivo.
	Datos. Recursos usados, insumos.

Tabla 7-2. Símbolos del diagrama de flujos.

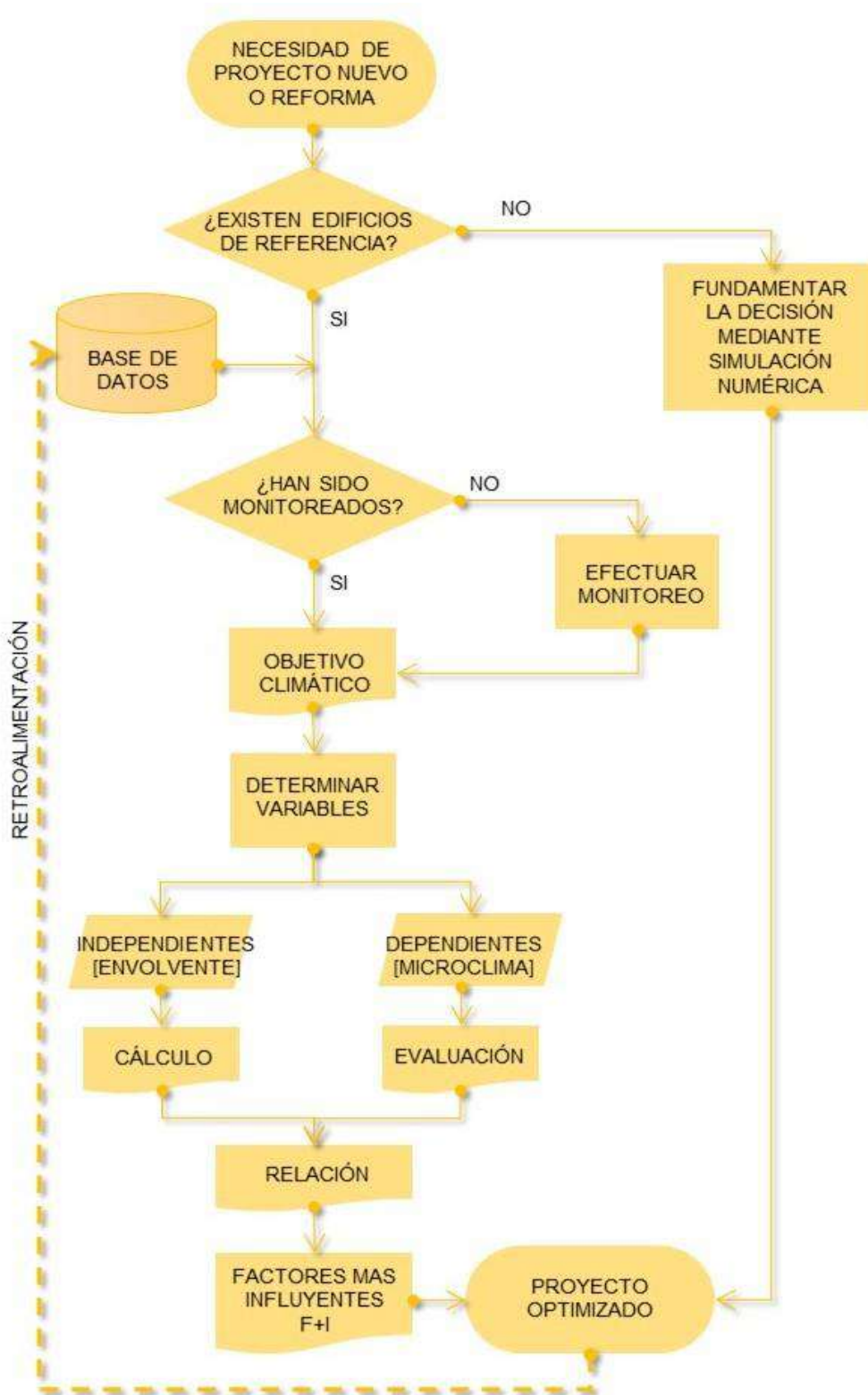


Figura 7-4. Diagrama de flujos propuesto para la optimización del modelo.

El inicio se da con la necesidad de realizar un proyecto nuevo o una renovación importante en un biblioteca o espacio de conservación. Se da opción a esta alternativa del tipo de espacio a realizar porque, como se verá a continuación, la resolución vendrá dada por la muestra de edificios que se utilice como referencia.

A este inicio le sucede la primera decisión: para continuar se debe indagar si existen en el sitio, o en sitios próximos con condiciones climáticas similares, edificios en funcionamiento que puedan ser utilizados como motor de inferencias para aprehender de su DHT y de las características de su envolvente. En este punto existen dos respuestas posibles: si: existe una cantidad suficiente de casos que permite inferir un comportamiento análogo, y no: no existen casos de referencia, o los que existen son escasos o poco representativos.

En caso de que la respuesta sea no, el arquitecto puede seleccionar la envolvente idónea basándose en otros procedimientos, como puede ser la simulación dinámica, u otros procedimientos de optimización como algoritmos genéticos y TRANSYS, EnergyPlus, Matlab, Anfis, como se indica en el Estado de la cuestión (Capítulo 2), pero que no se desarrollan en esta investigación.

Si la respuesta fuera afirmativa, y existe un universo de casos preexistentes, del que puede seleccionarse una muestra de al menos 25 unidades de análisis, entonces se da lugar a la segunda interrogación: *¿existen datos de monitorizaciones anuales previas que puedan ser utilizadas para observar la historia climática y establecer cuál será el objetivo climático (OC) que se va a utilizar como rango de admisibilidad del DHTR?*

Nuevamente, la respuesta puede ser que si: todos los casos cuentan con datos previamente monitorizados según las normas internacionales, o no: no se conoce para todos los casos los registros de temperatura y humedad relativa anteriores que puedan ser utilizados para calcular el OC.

Si la respuesta es negativa, entonces modelo procede al proceso “efectuar monitorización” para lo que se propone una metodología, que en esta investigación ha sido desarrollada en el apartado “Protocolo de monitorización” de la página 58.

Si la respuesta es afirmativa, entonces se saltea el paso de la monitorización para pasar a calcular el OC, cuyo símbolo representa la salida de un documento, ya que es una información de salida del modelo, útil en sí misma para las instituciones a las que pertenecen los casos de estudio que componen la muestra. El procedimiento para calcular el OC se explica en el apartado Determinación del objetivo climático de la página 71. De esta manera se satisface la ETAPA 1, que consiste en determinar el objetivo climático de cada una de las salas monitorizadas, a modo de tener un intervalo de referencia con el que realizar una evaluación del microclima interior.

Una vez que se ha obtenido el OC para cada sala, el siguiente proceso es determinar las variables que se van a contrastar. Desde este punto se deben realizar dos procesos de forma paralela, con idéntico nivel de jerarquía: el proceso de determinar las variables que caracterizan la envolvente, y proceder a su cálculo; y con las variables climáticas halladas, valoradas según el cumplimiento del objetivo climático determinado, establecer los índices de desempeño y evaluar cada uno de los casos que componen la muestra.

Este procedimiento se denomina ETAPA 2 y se compone del análisis de las características que describen aspectos de la envolvente que a priori se consideran significativos respecto del mejor DHT. Estas variables son las independientes, ya que son la causa del fenómeno que se estudia, y se calculan para cada unidad de análisis que conforma la muestra de referencia. Por otra parte, las variables dependientes, son las que evalúan el DHT de cada sala, y utilizan como intervalo de seguridad el objetivo climático obtenido en la Etapa 1. Estos procedimientos se explican en detalle en el Capítulo 6.

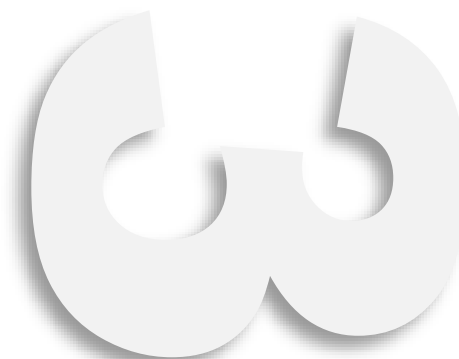
Nos encontramos en el punto de confluencia donde se han calculado los valores para cada una de las propiedades de la envolvente (Apartado 6.2 Variables descriptoras de la envolvente) y los puntajes obtenidos por cada una de las salas de la muestra luego de realizar la evaluación del DHT (Apartado 6.3 Determinación de índices de desempeño higrotérmico).

A partir de este punto comienza la ETAPA 3 y su función es extraer de los resultados de la ETAPA 2 los factores de la envolvente que tienen más influencia en el mejor desempeño higrotérmico de los casos de referencia, para aplicarlos en recomendaciones orientadas un nuevo edificio. Para este fin se realizan las operaciones descritas en el apartado 6.2. En base a los resultados obtenidos de las operaciones estadísticas realizadas se puede discernir cuáles son las características de la envolvente que tienen mayor influencia en el DHT, que serán los valores más altos. Estas características se denominan Factores más Influyentes (F+I), y se pueden incorporar a las pautas para la formulación del nuevo proyecto.

Los F+I se basan en la experiencia de casos existentes, bajo los mismos parámetros climáticos, y para usos similares, lo que va a aumentar la fidelidad con la que la nueva sala puede replicar la condición observada en el caso de referencia.

Una vez que se ha resuelto el objetivo de inicio, se da por finalizado el proceso. Sin embargo, con el objetivo de darle mayores posibilidades de uso, se espera “almacenar” la conexión entre casos de referencia y F+I para evitar el proceso intermedio, que puede demandar hasta un año, de análisis y monitorización de la muestra.

Al establecer analogías entre los climas y las características descriptoras de la envolvente, se espera generar una base de datos que agilice el proceso de aprendizaje de los casos de referencia, tanto para los casos monitorizados, como para los casos simulados.



TERCERA PARTE

8. CASO DE ESTUDIO

LA PLATA

El caso de estudio La Plata se trata del análisis de 33 salas en 9 bibliotecas y 2 archivos con la finalidad de reconocer cuáles son los factores más influyentes que puedan utilizarse como criterios de diseño de salas de conservación en La Plata, Argentina.

Se realiza la aplicación de la metodología desarrollada en la Segunda Parte de esta investigación.

8.1 El clima de la localidad: La Plata

La Ciudad de La Plata, capital de la Provincia de Buenos Aires, es un polo administrativo y cultural de Argentina. Como sede del gobierno provincial es el asiento natural de autoridades bonaerenses y la Universidad Nacional de La Plata la complementa formando un núcleo de actividades artísticas, culturales y educativas. Está ubicada a 58 km al sud este de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, capital federal de la Argentina, y a 12 km del Río de la Plata. Su clima es templado cálido según la Norma IRAM 11603 (IRAM 2012), con 1210 grados día año base 18°C.

La Figura 8-1 muestra la temperatura seca y la humedad relativa horarias mes a mes con una banda gris que indica la temperatura-objetivo elegida. A lo largo de todo el año las temperaturas mínimas ocurren a las 6:00 de la mañana y las máximas a las 16:00 horas. La humedad relativa realiza un recorrido inverso, reduciéndose a medida que la temperatura se incrementa a una tasa de 5,6% por cada grado de temperatura y viceversa. Según este archivo climático, los meses en los que la temperatura media exterior coincide con el esperable interior son: enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre, y en menor medida abril y octubre. Durante los meses de invierno las temperaturas descienden y no alcanzan el límite mínimo. Casualmente, estos meses de verano son aquellos en los que más sobrecalentamiento interior se observa.

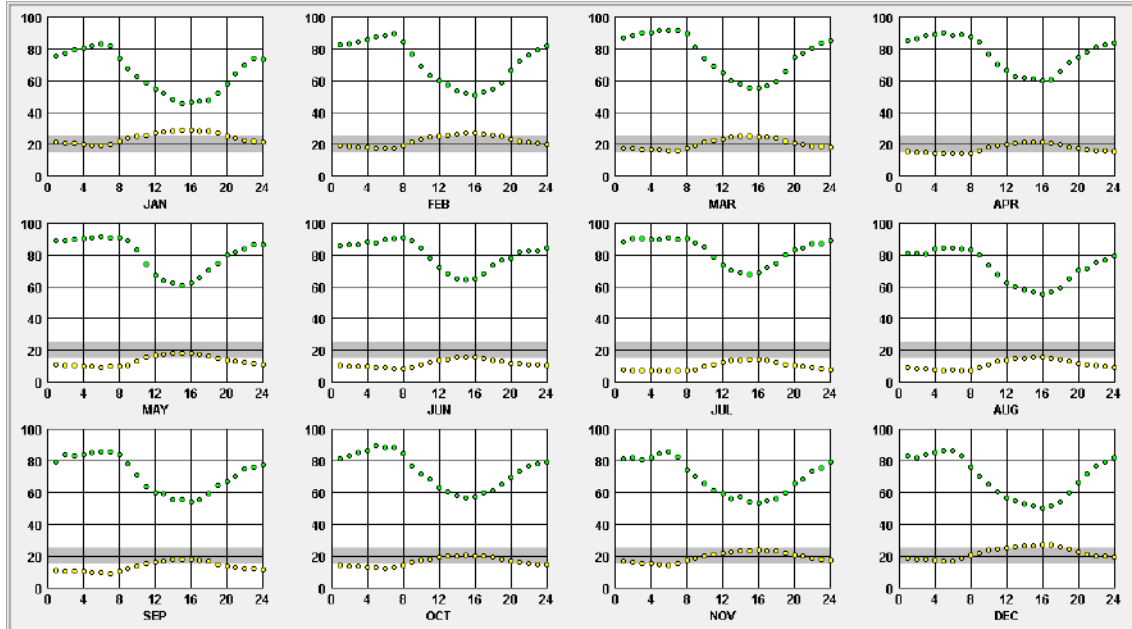


Figura 8-1: T y HR promedio horaria para cada mes del año. Fuente: CC6.

La Figura 8-2 muestra, para las horas diurnas, la temperatura seca (línea naranja) y la radiación calculada en W/m^2 según 3 criterios: la zona amarilla muestra la radiación medida como si el sensor estuviera apuntando al sol. La zona verde muestra la radiación captada por un plano horizontal, y está compuesta por la radiación difusa de toda la bóveda celeste, más la radiación directa del sol corregida por el coseno del ángulo de incidencia. En celeste, la

radiación difusa W/m^2 , muestra la radiación que incide en un plano horizontal proveniente de toda la bóveda celeste, excepto por el haz de radiación directa. En enero y diciembre se alcanzan los mayores picos de radiación, $720 W/m^2$, incrementado por el ángulo de incidencia del sol, y en junio la radiación encuentra su valor promedio mínimo, 320 formado principalmente por la radiación difusa y la radiación normal al haz del sol.

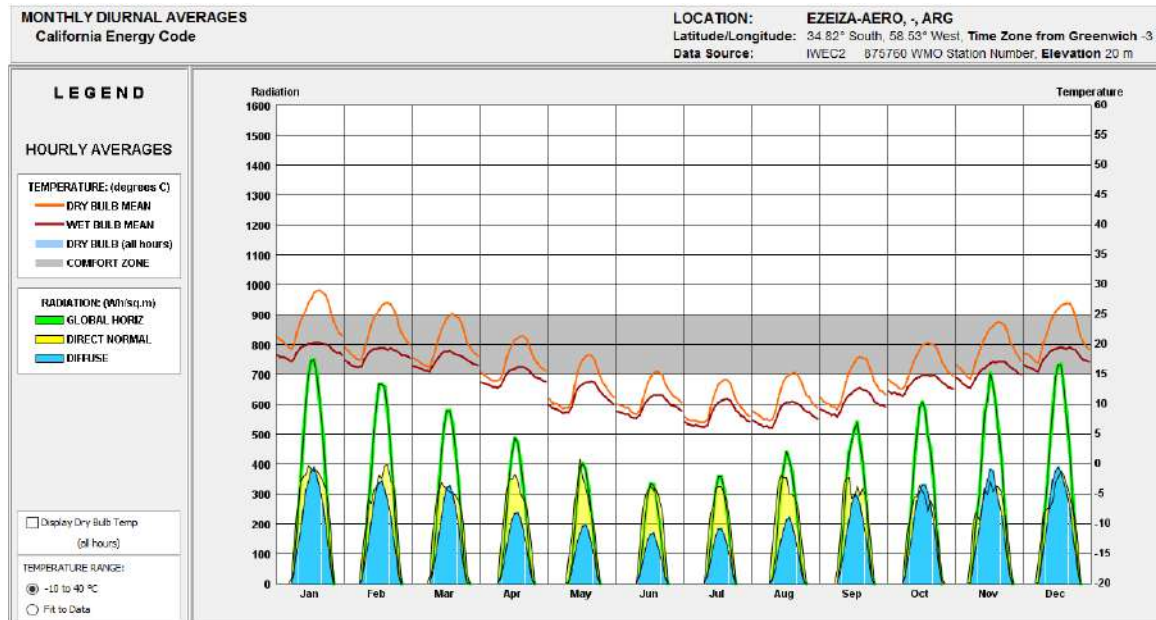


Figura 8-2: Temperatura y radiación horaria media, diurna.

La Figura 8-3 muestra registros higrotérmicos obtenidos en la localidad de Ezeiza (34,82°S 58,53°O), próxima a la Ciudad de La Plata. Cada punto representa una hora para todos los días de un año tomando como fuente de los datos la base de EnergyPlus Weather Data, conocido como “EPW File”. La zona 1, delimitada en azul, es la zona de confort, denominada de esta manera por suponer que el límite viene dado por el confort del usuario, pero se utilizan los límites determinados para la conservación de documentos.

Este programa brinda, para cada clima ingresado, estrategias de diseño pasivas -y activas cuando no fuera suficiente- para ampliar la zona de confort seleccionado. En el caso de La Plata, la base climática indica que el 16,7% de las horas del año el clima exterior coincide con la posición esperada (condiciones óptimas de conservación). Junto con protección solar en las ventanas, masa térmica de acumulación, refrescamiento por ventilación natural y deshumidificación se puede elevar el porcentaje de confort a 56,4%.

El programa Climate Consultant (CC6) permite seleccionar las horas y los meses de funcionamiento, pero por tratarse de material alojado de manera permanente se seleccionan todas las horas y todos los meses.

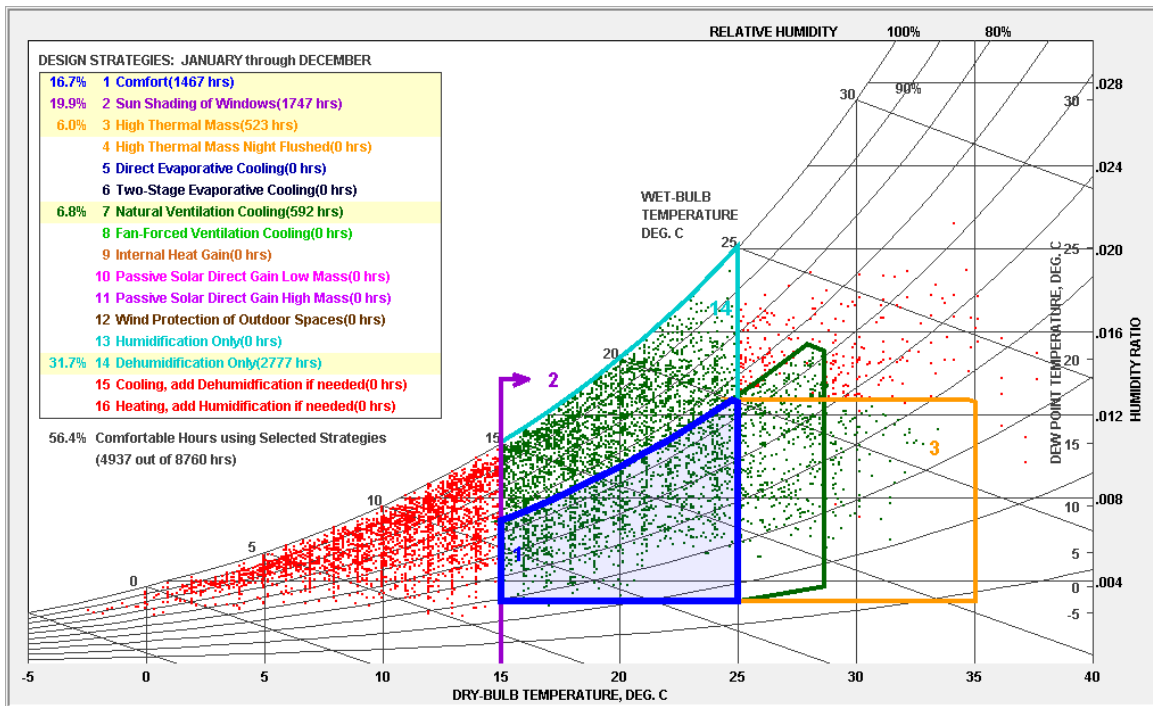


Figura 8-3: Diagrama psicrométrico para La Plata. Fuente: CC6.

Como se comentó anteriormente, la herramienta se basa en archivos climáticos “.epw” y esto significa que no se basa en un año en particular, porque ningún año puede ser representativo de un patrón climático, sino que se basa en un “año típico meteorológico” que se construye a partir de datos estadísticamente presentados de 10, 15 y 30 años de antigüedad («Weather Data for Simulation | EnergyPlus» 2016). Siguiendo este criterio, en la Figura 8-4 se muestran las variaciones de temperatura y humedad relativa exteriores de la Ciudad de La Plata para los años 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2015. En esta imagen el objetivo es mostrar el patrón climático “en bruto” ya que los 6 años se superponen creando una franja cuyo espesor representa el margen de variación encontrado. En el apéndice X se encuentran los gráficos individuales de cada año.

Con tonos verdes y sobre el eje vertical derecho, la franja de humedad relativa de un 30% de espesor toma una forma levemente curva con picos máximos durante el invierno, y una flecha de 10%. En tonos rojos con lectura en el eje vertical izquierdo, la franja de las temperaturas muestra una curva inversa y más pronunciada mostrando una diferencia de aproximadamente 15°C entre el verano y el invierno, con las mínimas en los meses de julio y comienzos de agosto. La franja tiene aproximadamente 10°C de espesor.

Para obtener un año típico en base a los 6 años registrados se calcula la media de los 6 registros para el mismo día y la misma hora. La muestra se puede ver en segundo plano, mientras que se resalta la media móvil de la muestra, calculada en base a los 24 períodos anteriores, es decir, el promedio de los registros de las 24 horas anteriores que se utiliza para desarrollar pronósticos (Figura 8-5). La humedad relativa estadística anual es 72,9% y la

temperatura promedio es 17,45°C con un desvío estándar de 5,47°C. La temperatura máxima absoluta estival de 38,2°C (25/12/2013) y la mínima absoluta de -2,3°C (11/07/2012).

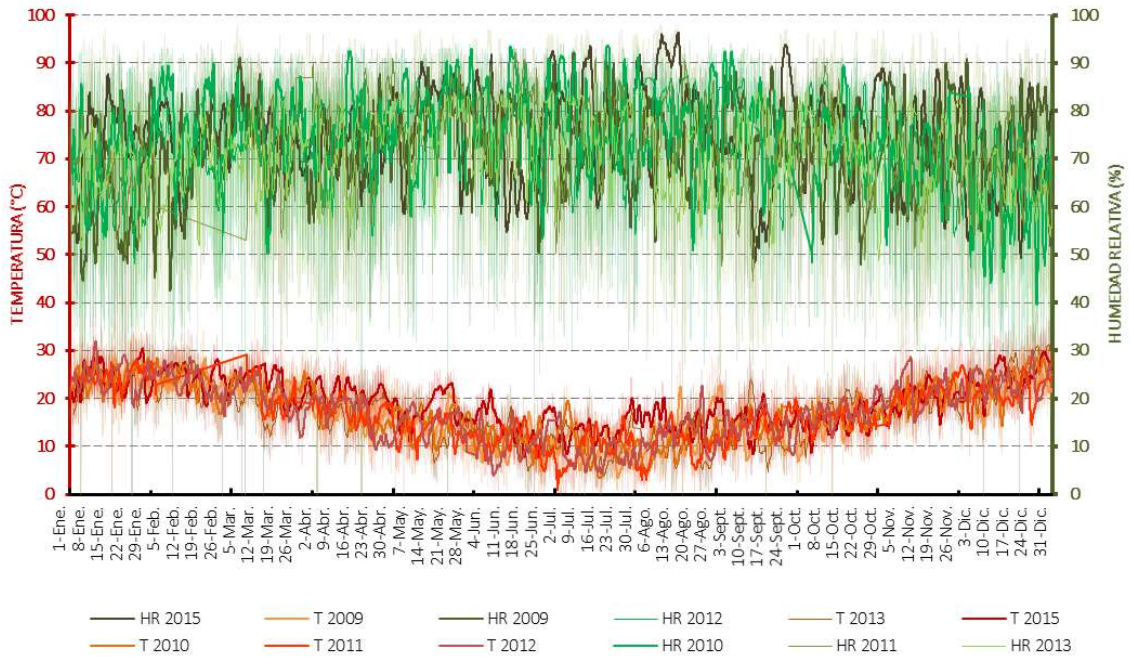


Figura 8-4: Temperatura y humedad relativa para la Ciudad de La Plata.

Fuente: elaboración propia con datos recogidos mediante instrumental del LAYHS junto con información suministrada por el Departamento de Sismología e Información Meteorológica- FCAG- UNLP.



Figura 8-5: Clima de un año típico promedio para La Plata.

8.2 Selección de la muestra

El Universo de análisis está compuesto por los espacios de conservación cuyo material predominante es el libro de papel en el área de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Estos son fundamentalmente las bibliotecas y algunos archivos. Las bibliotecas están nucleadas en la Red Roble, con el objetivo de trabajar en forma conjunta y colaborativa entre todas las bibliotecas para ampliar y mejorar los desarrollos iniciados individualmente («Roble» 2015). Las bibliotecas universitarias de la UNLP son las pertenecientes a las siguientes facultades:

- Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- Facultad de Bellas Artes
- Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y Facultad de Ciencias Veterinarias
- Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas
- Facultad de Ciencias Económicas
- Facultad de Ciencias Exactas
- Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales
- Facultad de Ciencias Médicas
- Facultad de Ciencias Naturales y Museo
- Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación y Facultad de Psicología
- Facultad de Informática
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Odontología
- Facultad de Periodismo y Comunicación Social
- Facultad de Trabajo Social
- Biblioteca Pública de la UNLP

A estas 16 instituciones se les suman las bibliotecas del Bachillerato de Bellas Artes, Colegio Nacional, Escuela Agraria Inchausti, Escuela Graduada Joaquín V. González Liceo Víctor Mercante, que no se han incluido en el estudio.

El anuario estadístico de Roble («Roble» 2015) es un documento que condensa información e indicadores relevantes para las bibliotecas, y sirve para evaluar y comparar el funcionamiento de cada institución respecto del grupo. En esta investigación, se utiliza para organizar estas bibliotecas según su incidencia cuantitativa en la población universitaria. Estos criterios son la cantidad de personal con la que cuentan, la cantidad de monografías en su fondo, la población de estudiantes a la que sirven, y la cantidad de usuarios del nivel de grado que poseen (Tabla 8-1).

La Tabla 8-1 muestra la nueva jerarquía adoptada, y se toman como casos de estudio a las 8 primeras. Entonces los casos de estudio adoptados son: Biblioteca pública (1), Biblioteca Profesor Guillermo Obiols de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación y

Facultad de Psicología (2), Biblioteca Joaquín V. González de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales (3), Biblioteca de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (4), Sistema integrado de información de la Facultad de Ingeniería (5), Biblioteca Raúl Granoni de la Facultad de Ciencias Económicas (6), Biblioteca Conjunta de las Facultades de Ciencias Agrarias y Forestales y Ciencias Veterinarias (7) y Biblioteca Fernán Félix de Amador de la Facultad de Bellas Artes (8).

A estos 8 casos se incorporan la Biblioteca del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas (9), el Archivo Histórico de Presidencia de la UNLP (10), el Archivo Histórico y Fotográfico del Museo de Ciencias Naturales (11). La adición de estos casos tiene como objetivo darle diversidad a la muestra.

De esta manera se obtiene una muestra que incluye las bibliotecas más representativas desde el punto de vista del fondo documental, ya que el conjunto de bibliotecas estudiadas posee el 91% de las monografías; en el impacto a la población que atienden, ya que pertenecen a las facultades que poseen el 90% de alumnos y docentes; impacto en los usuarios, porque las bibliotecas que se analizan son aquellas con el 88% de usuarios de biblioteca, y por ser mayores en magnitud, tienen el 85% del personal de las bibliotecas de la UNLP.

BIBLIOTECA	PERSONAL	VOLUMEN TOTALES (MONOGRAFÍAS)	POBLACIÓN	USUARIOS DE GRADO
Biblioteca Pública	81	550.975	116.549	12.739
BibHuma + Psicología	28	99.690	17.863	8.457
Ciencias Sociales y Jurídicas	26	43.871	11.495	1.249
Arquitectura	24	14.890	7.728	2.050
Ingeniería	19	48.601	6.933	2.657
Ciencias Económicas	13	31.699	12.429	5.237
Cs Agrarias & Cs. Veterinarias	13	103.060	4.763	1.892
Bellas Artes	10	21.333	14.312	1.898
Ciencias Naturales y Museo	10	53.663	2.881	851
Ciencias Médicas	8	10.944	9.283	1.511
Informática	7	3.173	4.151	869
Odontología	5	2.484	3.551	189
Trabajo Social	4	5.839	2.024	1.100
Astronomía y Geofísica	4	11.064	521	283
Periodismo y Com. Social	-	-	-	-
Ciencias Exactas – Dto. De Física	-	-	-	-

Tabla 8-1: Bibliotecas de la UNLP. <http://www2.biblio.unlp.edu.ar> Consultado el 4/11/2016.

De las 33 salas analizadas, 15 (45%) son salas donde el uso principal es alojar documentos y la presencia de personas es ocasional. Seis salas (18%) son salas de lectura o espacios de trabajo del personal de las bibliotecas, y 12 salas (36%) tienen usos mixtos y son por ejemplo las estanterías abiertas o espacios de lectura o trabajo en sitios donde originalmente se encontraban depósitos.

8.3 ETAPA 1. Monitorización

La monitorización del total de los casos se realiza entre febrero de 2011 y marzo de 2013. La Tabla 8-2 indica los meses en los que se monitorizó cada una de las salas, previo acuerdo con las bibliotecas. Los meses de enero y julio no son adecuados para la monitorización ya que el receso académico.

El color de las celdas de la Tabla 8-2 corresponden a la estación del año, con verde se representa el verano, con amarillo el otoño, con azul invierno, y con anaranjado, primavera.

		FÍSICA			INGENIERÍA			ECONO			BELLAS			CONJUNTA			BIBLIOTECA					ARQUITECTURA		JURSOC			PRESIDENCIA									
		09_1	09_2	09_3	05_1	05_2	05_3	06_1	06_2	06_3	08_1	08_2	07_1	07_2	07_3	02_1	02_2	02_3	02_4	02_5	11_1	01_1	01_2	01_3	01_4	01_5	01_6	01_7	04_1	04_2	03_1	03_2	03_3	10_1		
2011	ENERO																																			
	FEBRERO																																			
	MARZO																																			
	ABRIL																																			
	MAYO																																			
	JUNIO																																			
	JULIO																																			
	AGOSTO																																			
	SEPTIEMBRE																																			
	OCTUBRE																																			
	NOVIEMBRE																																			
	DICIEMBRE																																			
2012	ENERO																																			
	FEBRERO																																			
	MARZO																																			
	ABRIL																																			
	MAYO																																			
	JUNIO																																			
	JULIO																																			
	AGOSTO																																			
	SEPTIEMBRE																																			
	OCTUBRE																																			
	NOVIEMBRE																																			
	DICIEMBRE																																			
2013	ENERO																																			
	FEBRERO																																			
	MARZO																																			
	ABRIL																																			
	MAYO																																			

Tabla 8-2. Períodos de monitorización.

8.4 ETAPA 2. Cálculos y evaluación

La Tabla 8-3 resume los cálculos realizados luego del análisis de la envolvente de cada uno de los casos de la muestra. Para la variable 1, ubicación, la letra U representa la ubicación

urbana y la letra B, la ubicación bosque. La variable 2, edad de la edificación se simboliza con la letra H para edificio histórico y la letra C para edificio contemporáneo. Las variables 3, 5 y 9 (esbeltez, pesadez y transmitancia térmica) se indica el valor del dato calculado.

CASO	VARIABLES INDEPENDIENTES									
	UBICACIÓN	EDAD EDIFI.	COMPACIDAD	PESADECZ (Kg/m ²)	ASENTAMIENTO	ADOSAMIENTO	TRANSPARENCIA	TRANSMITANCIA (K=W/m ² °C)	CONTENIDO	EQUIOP.
01_1_VITRI	C	H	0,70	-	-	-	-	-	DOC	SI
01_2_DEPO	C	H	0,44	483,62	-	0,83	0,053	1,54	DOC	NO
01_3_SALALEC	C	H	0,71	312,84	0,31	0,26	0,105	2,00	PER	SI
01_4_SANCHEZ	C	H	0,75	563,95	-	0,91	0,053	1,69	DOC	NO
01_5_FARINÍ	C	H	0,70	436,22	-	0,83	0,029	1,55	DOC	NO
01_6_JVGON	C	H	0,68	391,49	-	0,56	0,035	1,74	DOC	SI
01_7_COSTAAL	C	H	0,53	496,60	-	0,69	0,008	1,68	DOC	NO
02_1_DEPO2	C	C	0,73	551,87	0,33	0,79	0,000	1,13	DOC	NO
02_2_REF	C	C	0,72	482,87	-	0,89	0,013	1,35	PER	SI
02_3_COL	C	C	0,52	463,12	-	0,98	0,024	1,34	MIX	SI
02_4_COL	C	C	0,52	463,12	-	0,98	0,024	1,34	MIX	SI
02_5_DEP	C	C	0,61	450,33	-	0,87	0,016	1,47	DOC	NO
03_1_COL	C	C	0,63	287,14	-	0,51	0,067	1,79	MIX	SI
03_2_DEPO	C	C	0,55	482,23	-	1,00	0,000	1,21	DOC	NO
03_3_MUSE	C	C	0,70	-	-	-	-	-	DOC	NO
04_1_SALA	B	C	0,57	353,49	-	0,39	0,142	2,47	PER	SI
04_2_DEPO	B	C	0,61	292,57	0,34	0,55	0,026	1,37	DOC	NO
05_1_ADMI	B	C	0,74	284,82	0,24	0,57	0,026	1,51	PER	SI
05_2_ESTA	B	C	0,66	231,38	0,29	0,07	0,116	2,24	MIX	SI
05_3_ESTA	B	C	0,66	231,38	0,29	0,07	0,116	2,24	MIX	SI
06_1_DIRE	B	C	0,72	323,83	-	0,58	0,019	1,91	MIX	SI
06_2_ESTA	B	C	0,46	444,71	-	0,85	0,020	1,53	MIX	SI
06_3_SUBS	B	C	0,58	475,45	-	1,00	0,000	1,23	DOC	NO
07_1_ESTA	B	C	0,42	353,99	-	0,27	0,151	2,62	MIX	SI
07_2_OFI	B	C	0,42	353,99	-	0,27	0,151	2,62	MIX	SI
07_3_ESTA	B	C	0,50	355,51	-	0,36	0,137	2,45	MIX	SI
08_1_ESTA	U	H	0,68	461,70	-	0,83	0,029	1,50	DOC	SI
08_2_OFI	U	H	0,68	461,70	-	0,83	0,029	1,50	PER	SI
09_1_SALA	B	H	0,78	513,26	-	0,62	0,042	1,53	PER	SI
09_2_REVI	B	H	0,63	503,07	-	0,92	0,012	1,32	DOC	NO
09_3_REVI	B	H	0,63	330,68	-	0,50	0,014	1,78	DOC	NO
10_1_ARC	B	H	0,69	454,24	-	0,44	0,014	1,65	MIX	NO
11_1_MUS	B	H	0,90	564,66	-	0,82	0,000	1,23	MIX	SI

Tabla 8-3. Cálculos de las variables independientes para la muestra.

La variable 6, asentamiento, se indica sólo para aquellos casos en los que su valor es distinto de cero. Las variables 4, 7 y 8 se indican como una proporción del total de la envolvente. La variable 10, contenido, tiene 3 categorías: documentos, señalada como DOC, personas, que se indica con PER y una combinación de ambas que se señala con la palabra MIX. La presencia de equipamiento de calefacción se indica con SI, para los casos que poseen equipamiento, y NO en caso contrario.

CASO	ÍNDICES DE DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO		
	ÍNDICE DE POSICIÓN	ÍNDICE DE RESILIENCIA	ÍNDICE DE COMPORTAMIENTO
01_1_VITRI	0,53	0,90	0,72
01_2_DEPO	0,53	0,84	0,69
01_3_SALALEC	0,52	0,07	0,30
01_4_SANCHEZ	0,42	1,00	0,71
01_5_FARINÍ	0,63	0,98	0,81
01_6_JVGON	0,43	0,71	0,57
01_7_COSTAAL	0,77	0,97	0,87
02_1_DEPO2	0,71	0,93	0,82
02_2_REF	0,39	0,70	0,55
02_3_COL	0,57	0,88	0,73
02_4_COL	0,73	0,94	0,84
02_5_DEP	0,38	0,78	0,58
03_1_COL	0,37	0,32	0,35
03_2_DEPO	0,84	0,94	0,89
03_3_MUSE	0,20	0,81	0,51
04_1_SALA	0,52	0,56	0,54
04_2_DEPO	0,76	0,75	0,76
05_1_ADMI	0,54	0,34	0,44
05_2_ESTA	0,48	0,24	0,36
05_3_ESTA	0,49	0,13	0,31
06_1_DIRE	0,54	0,51	0,53
06_2_ESTA	0,45	0,51	0,48
06_3_SUBS	0,55	0,78	0,67
07_1_ESTA	0,35	0,17	0,26
07_2_OFI	0,38	0,14	0,26
07_3_ESTA	0,37	0,20	0,29
08_1_ESTA	0,60	0,40	0,50
08_2_OFI	0,58	0,35	0,47
09_1_SALA	0,61	0,68	0,65
09_2_REVI	0,51	0,88	0,70
09_3_REVI	0,41	0,65	0,53
10_1_ARC	0,50	0,49	0,50
11_1_MUS	0,72	0,62	0,67

Tabla 8-4. Evaluación de los Índices de DHT para la muestra.

La Tabla 8-4 muestra los resultados de la evaluación del DHT de las salas siguiendo el protocolo propuesto. En las columnas de índice de posición (IP) e índice de resiliencia (IR), las celdas se somborean cuando el valor obtenido supera el límite de 0,40 que es el valor a partir del cual se considera un puntaje admisible. En la columna índice de comportamiento, la evaluación se somborea como favorable cuando tanto el IP como el IR tienen una evaluación igualmente favorable.

8.5 ETAPA 3. Inferencias

8.5.1 Ubicación

Bajo la presunción de que la locación “urbana” ofrecería una condición higrotérmica más favorable y, por tanto, conveniente para propósitos conservativos, la variable “locación” se compara con los resultados de los indicadores de DHT: exactitud, precisión, y rendimiento. De las 33 salas analizadas, 21 unidades (64%) están ubicadas en situación urbana. 14 salas (42,4%) obtienen un rendimiento satisfactorio, con mayor incidencia en las salas ubicadas en la zona urbana (47,6%) que en las ubicadas en la zona bosque (33,3%) (Tabla 8-5). Las salas con el mejor rendimiento se encuentran en mayor proporción, ubicadas en la zona urbana. Esto significa que la hipótesis está corroborada, aunque con una tendencia leve, así como el coeficiente V de Cramér toma un valor bajo, de 0,13 para la comparación con el índice de rendimiento.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO		UBICACIÓN		MUESTRA COMPLETA
		BOSQUE	URBANO	
ÍNDICE DE POSICIÓN	REGULAR	75%	76,2%	75,8%
	SATISFACTORIO	25%	23,8%	24,2%
INDICE DE RESILIENCIA	REGULAR	58,3%	33,3%	42,4%
	SATISFACTORIO	41,7%	66,7%	57,6%
INDICE DE COMPORTAMIENTO	REGULAR	66,7%	52,4%	57,6%
	SATISFACTORIO	33,3%	47,6%	42,4%

Tabla 8-5. Prueba de correlación para Ubicación y DHT.

8.5.2 Edad de la edificación

El análisis de la incidencia de la antigüedad del edificio (ii) en el DHT se realiza bajo la suposición de que las envolventes más antiguas responden mejor a las premisas de la conservación.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO		EDAD EDIF.		MUESTRA COMPLETA
		HISTÓRICO	ACTUAL	
ÍNDICE DE POSICIÓN	REGULAR	6,3%	35,3%	21,2%
	SATISFACTORIO	93,8%	64,7%	78,8%
INDICE DE RESILIENCIA	REGULAR	18,8%	41,2%	30,3%
	SATISFACTORIO	81,3%	58,8%	69,7%
INDICE DE COMPORTAMIENTO	REGULAR	25%	47,1%	36,4%
	SATISFACTORIO	75%	52,9%	63,6%

Tabla 8-6. Prueba de correlación entre Antigüedad y DHT.

19 salas (58%) están ubicadas dentro de edificios históricos, y su incidencia en el grupo de salas con rendimiento satisfactorio es la más significativa (57,1%), contra el 31,6% de los edificios contemporáneos; y el 42,4% del total de los edificios (Tabla 8-6). Esta prueba sostiene la premisa que indica que las construcciones anteriores a 1961 tienen un mejor DHT,

y se valida con el coeficiente de contingencia V de Cramer, que toma un valor de asociación de 0,244 para índice de resiliencia, 0,229 para índice de comportamiento, y 0,355 para índice de posición, y esto representa asociaciones de leve a moderadas.

8.5.3 Compacidad

El factor de forma o compacidad se evalúa a partir de la hipótesis de que, a un mismo volumen de aire interior, la menor cantidad de superficie envolvente resulta positivo para el DHT ya que la tasa de intercambio con el exterior es menor. Pero también para poner a prueba las conclusiones de Depecker (Depecker et al. 2001) que afirma que esto no se verifica en climas templados como el de este caso de estudio. La prueba realizada muestra que, al igual que halla Depecker, no existe ninguna asociación lineal entre la compacidad y el DHT.

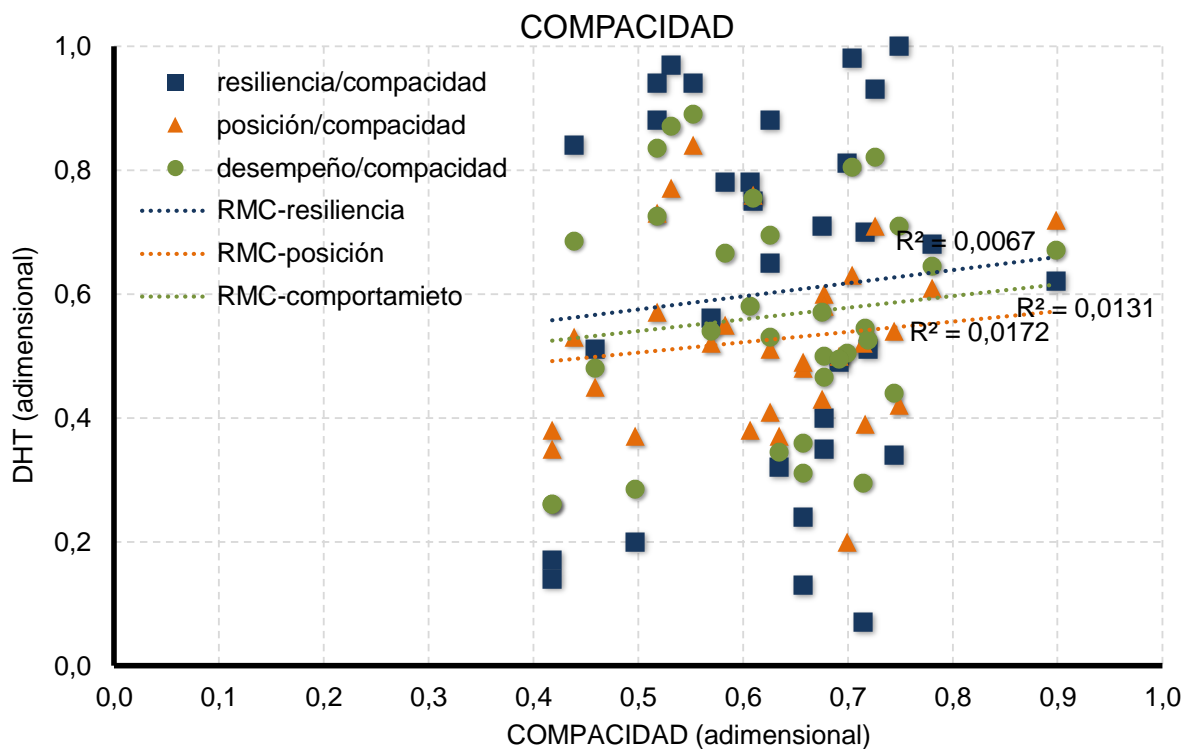


Figura 8-6: relación entre compacidad y el índice de desempeño.

En la Figura 8-6 se puede observar que la relación entre la variable compacidad y los índices de desempeño no conforman una tendencia lineal, y que su grado de asociación es nulo. Por este motivo la hipótesis alternativa se queda descartada, y se afirma la hipótesis nula de independencia entre variables. La recta de mínimos cuadrados (RMC) tiene una pendiente muy débil, que no justifica una influencia de la variable independiente sobre el desempeño higrotérmico (DHT).

8.5.4 Pesadez

Para la variable pesadez, la asociación es lineal y positiva. Para el índice de posición el coeficiente de correlación tiene un valor bajo ($r=0.35$) mientras que para el índice de resiliencia el valor es más elevado ($r=0.69$) (Figura 8-7). La inercia higrotérmica que tienen las envolventes pesadas está asociada al efecto que genera la masa de acumulación al medir la resiliencia. Los mejores valores para DHT, superiores a 0.60, coinciden con envolventes de 380 a 580 Kg/m^2 y este límite se designa con la línea de trazos color celeste. Como la muestra no posee envolventes más pesadas que éstas, no es posible predecir si la tendencia continúa en modo proporcional.

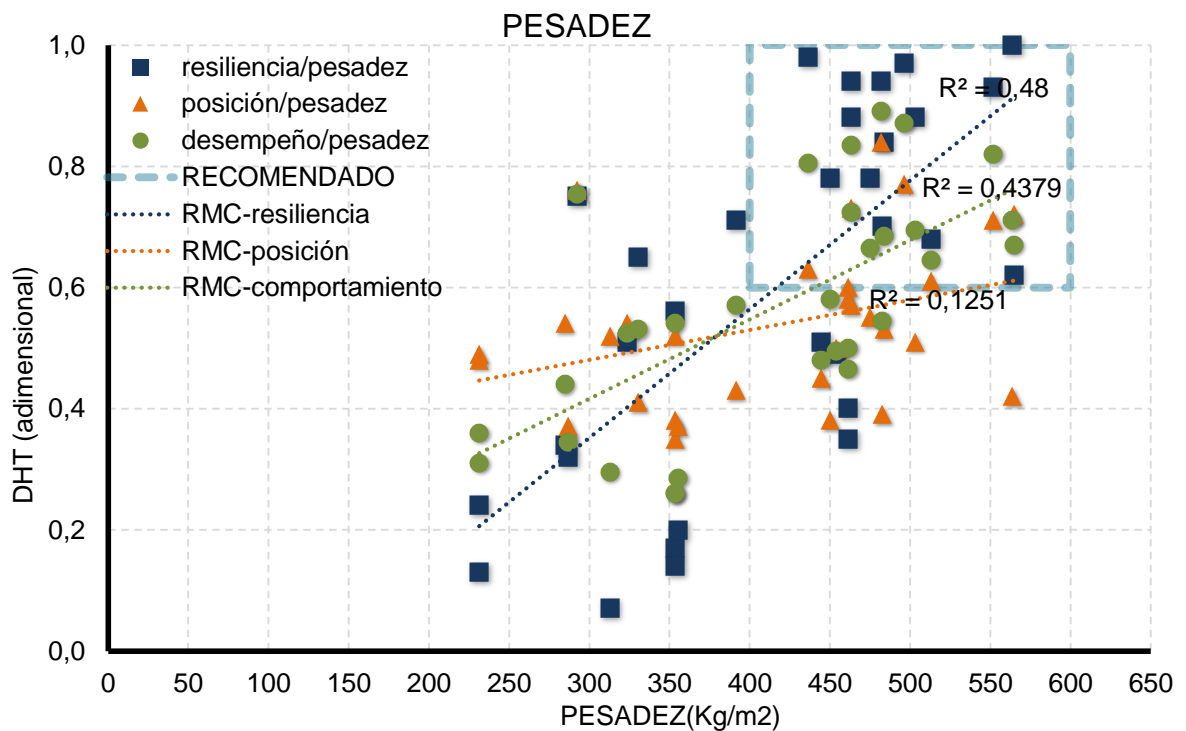


Figura 8-7. Regresión lineal entre DHT y pesadez.

8.5.5 Asentamiento

La evaluación de asentamiento se realiza luego de eliminar de la muestra los casos para los que la variable independiente “asentamiento” es igual a cero, que, por ser influyentes, estos casos fuerzan la distribución alargando la recta y dan una tendencia más fuerte que la real.

De esta manera, la evaluación se realiza sobre las seis observaciones en las que la variable asentamiento toma un valor distinto de cero, y por lo tanto se indica la asociación del desempeño en función de la proporción de superficie envolvente en contacto con el terreno.

El resultado indica que la relación es positiva y fuerte, con valores de $r=0,68$ para índice de posición; y asociación moderada para los índices de desempeño y resiliencia con valores de 0,58 y 0,54 respectivamente.

Los mejores valores de DHT, superiores a 0,60, se dan para esta muestra cuando el valor de asentamiento es superior a 0,32, que es lo mismo que decir que los mejores valores de desempeño se logran cuando el 32% o más de la superficie envolvente de la sala se encuentra en contacto con el terreno.

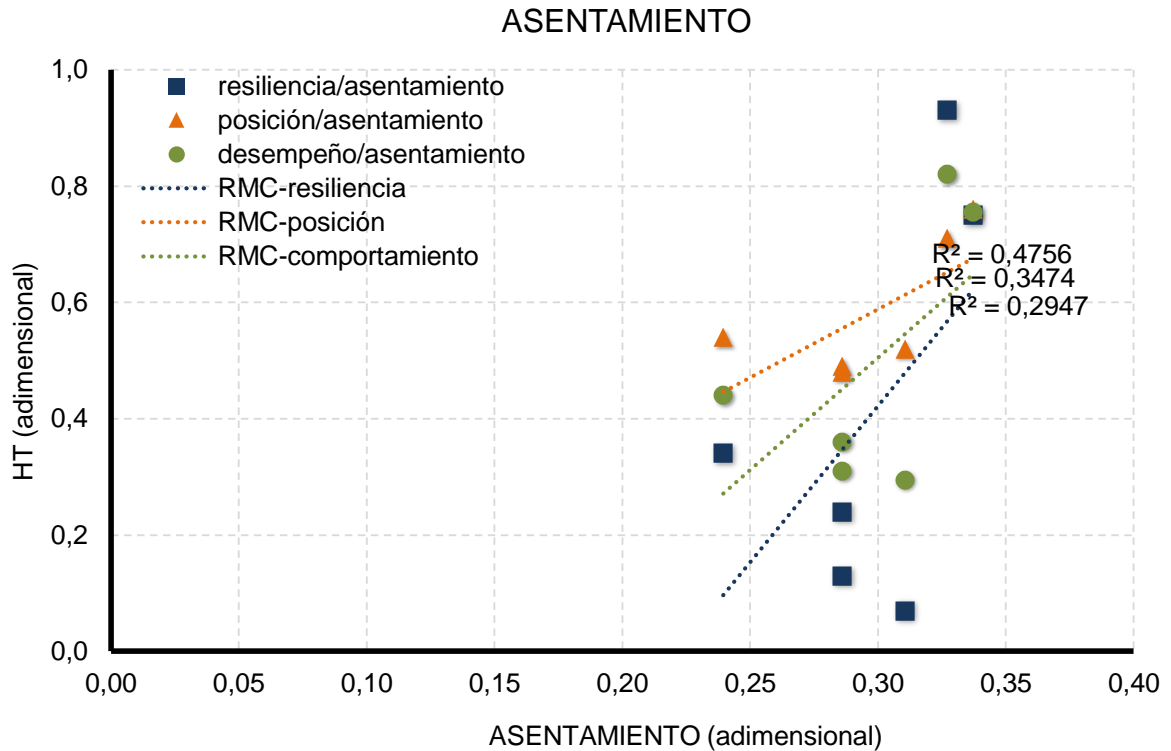


Tabla 8-7. Asociación entre asentamiento y DHT.

8.5.6 Adosamiento

En la correlación hallada entre la proporción de adosamiento de cada habitación y el DHT, los mejores rendimientos surgen a medida que el valor de adosamiento es mayor a 0,5, es decir, a la mitad de la superficie envolvente de la sala en contacto con un espacio interior lindero. Los valores de correlación son moderados para posición ($r=0.40$), indicando distancia entre esta propiedad de la envolvente y la capacidad de acordar el valor medido con el valor esperado. Sin embargo, la correlación para resiliencia es de moderada a fuerte ($r=0.75$) indicando incidencia en la capacidad de la sala en mantener limitadas las oscilaciones diarias (Figura 8-8).

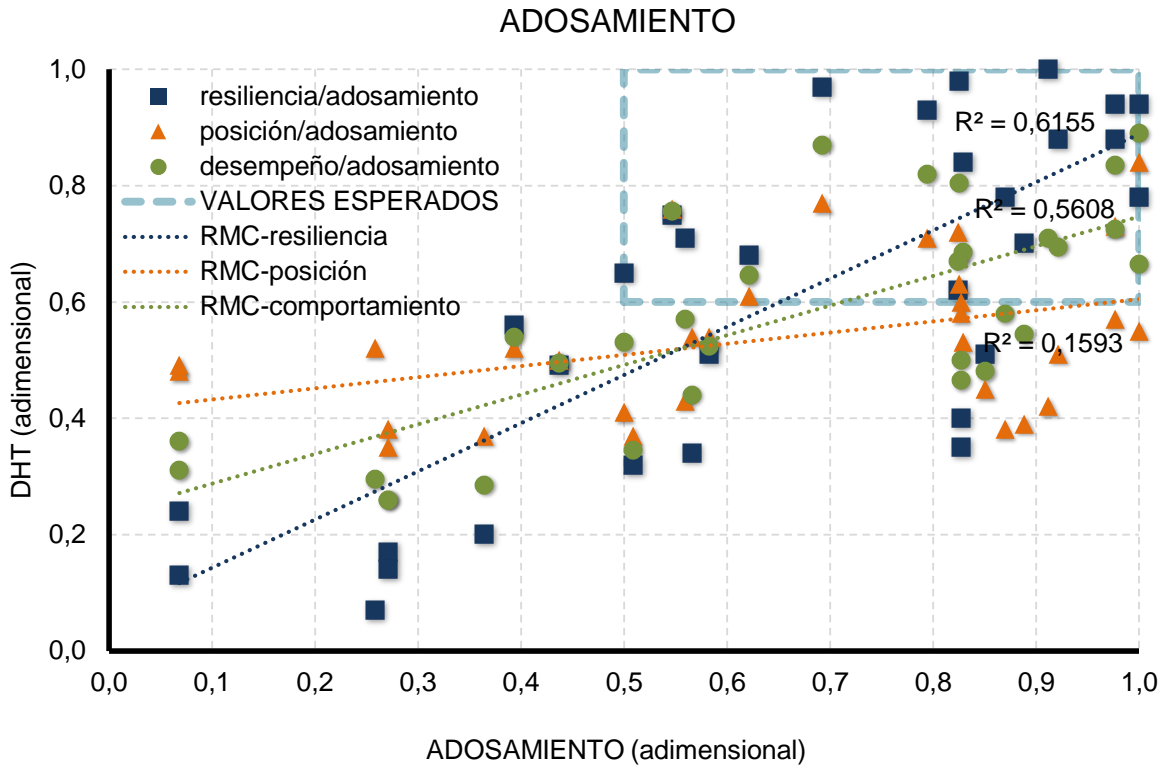


Figura 8-8. Regresión lineal entre precisión y adosamiento.

8.5.7 Transparencia

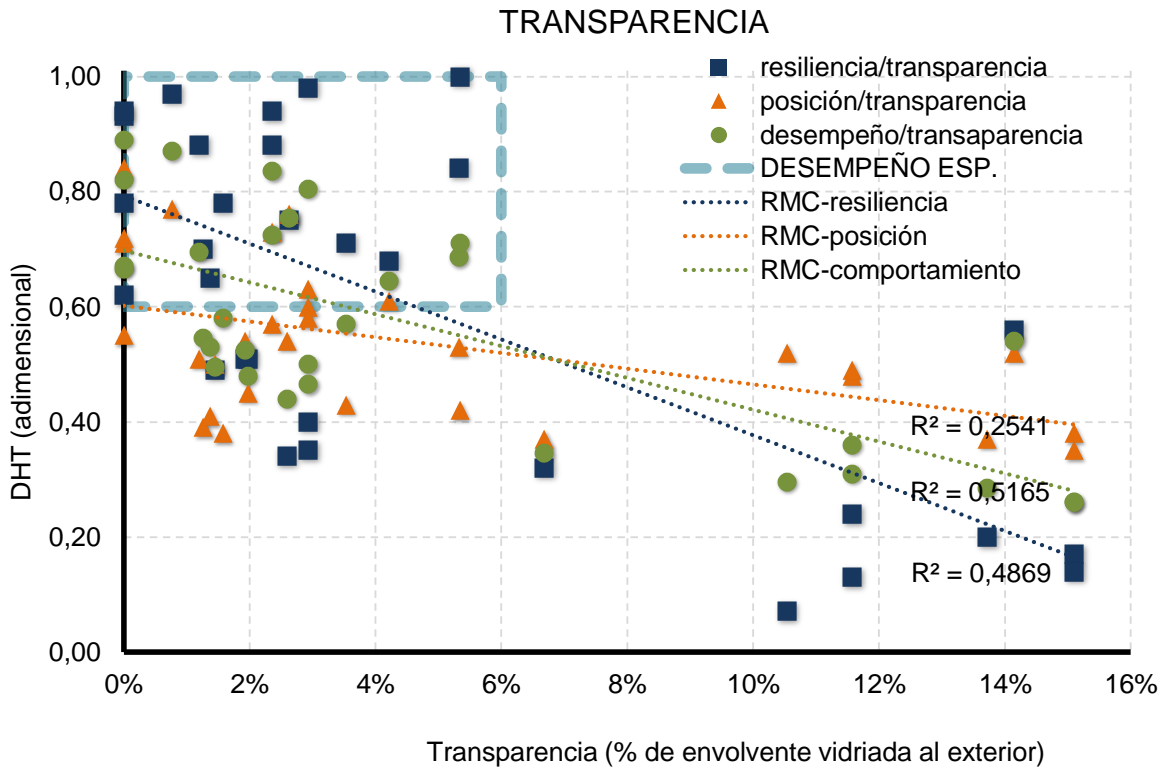


Figura 8-9. Regresión lineal entre transparencia y DHT.

La prueba realizada para el porcentaje de acristalamiento indica que los mejores puntajes se alcanzan cuando la proporción de superficie envolvente vidriada en contacto con el exterior

es inferior al 6% del total de la envolvente, aunque no todas las salas con baja incidencia de vidrio satisfacen la marca esperada. La linealidad de la distribución es negativa, es decir, la proporción de superficie vidriada es inversamente proporcional al desempeño higrotérmico hallado, y muestra su asociación más fuerte con la variable resiliencia (Figura 8-9).

8.5.8 Transmitancia térmica ponderada

La asociación entre aislamiento térmico y rendimiento (Figura 8-10) presenta una tendencia negativa, significando que las variables son inversamente proporcionales. Los valores de DHT por encima de 0,60 corresponden a valores de transmitancia térmica entre 1 y 1.8 W/m²K. Estos valores son demasiado altos: la norma IRAM 11601:2002 (IRAM 2002) prescribe el uso de valores menores a 1 W/m²K. Próximas investigaciones permitirán observar el desempeño de envolventes con transmitancia térmica menor, no halladas en la presente muestra. De esta manera, el diseñador podrá optar por la inversión que le otorgue el mayor beneficio.

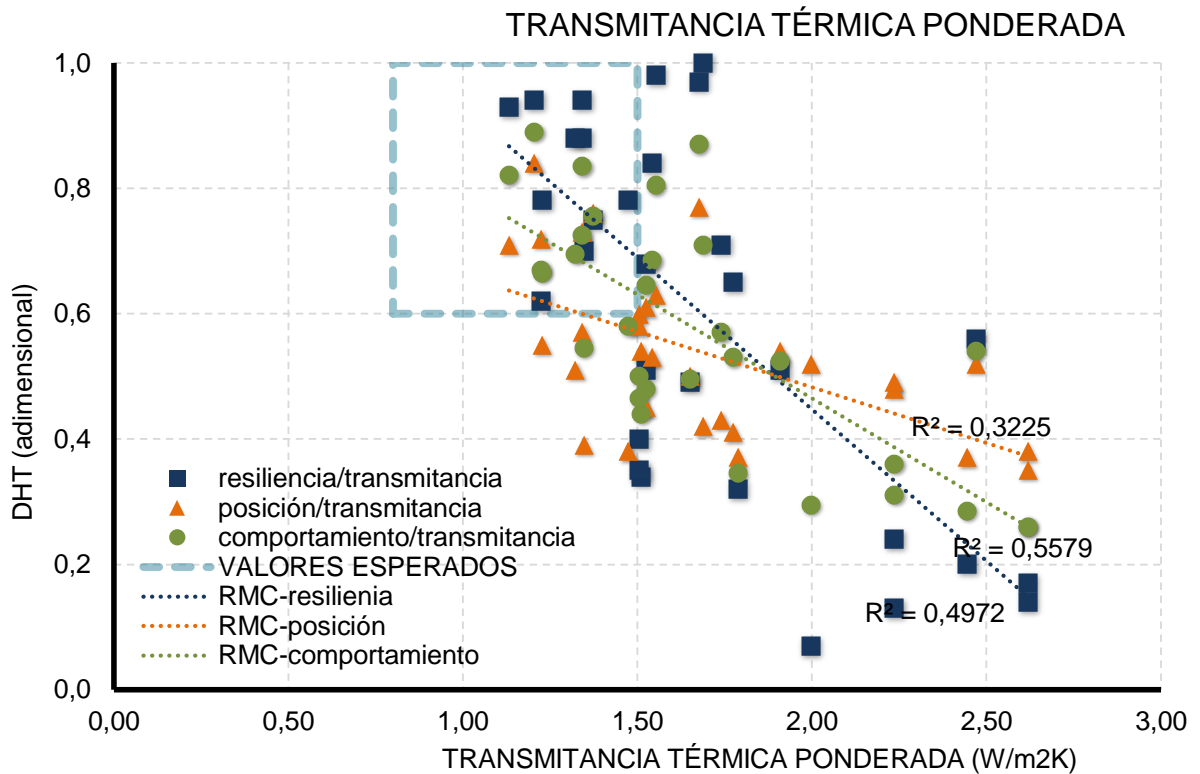


Figura 8-10. Regresión lineal entre transmitancia térmica y DHT

8.5.9 Tipo de sala

Finalmente se analiza el efecto del uso dado a las salas con el DHT. De la muestra, 15 salas (45%) son utilizadas para documentos 6 salas (18%) son espacios con permanencia del personal y los usuarios, y las 12 restantes (36%) se dan ambos usos en simultáneo (Tabla 8-8). El 75.8% de la muestra tiene un índice de posición inferior a 0.6. Este porcentaje se incrementa en salas de uso de personas: el 85,7% tiene un IP regular, y el 83,3%, en las salas de usos mixtos. Los puntajes satisfactorios se encuentran en un 24,2% de la muestra, siendo

la mayoría salas de documentos, donde no hay presencia de personas que modifique voluntaria o involuntariamente la temperatura y la mezcla de vapor del aire.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO		TIPO DE SALA			TOTAL
		DOCUMENTOS	AMBOS	PERSONAS	
INDICE DE POSICIÓN	REGULAR	2 64,3%	4 83,3%	1 85,7%	7 75,8%
	BUENO	13 35,7%	8 16,7%	5 14,3%	26 24,2%
INDICE DE RESILIENCIA	REGULAR	1 6,7%	6 50%	3 50%	10 30,3%
	BUENO O	14 93,3%	6 50%	3 50%	23 69,7%
INDICE DE COMPORTAMIENTO	REGULAR	3 20%	6 50%	3 50%	12 36,4%
	BUENO	12 80%	6 50%	3 50%	21 63,5%

Tabla 8-8. Prueba de correlación entre Uso de la Sala y DHT

Para esta prueba los valores de V de Cramer son 0,226 para IP; 0,47 para IR y 0,311 para IC.

8.5.10 Equipamiento de climatización

El análisis de cada campaña de medición en particular muestra que en las salas en las que se cuenta con equipamiento de climatización, el desempeño resultante no es superior a las salas que no lo tienen. Por ejemplo, en el caso de la evaluación de los datos de invierno en relación a las salas calefaccionadas, esta relación es exactamente inversa: de las salas que tienen artefactos de calefacción el 65% tiene un desempeño regular, y el 35% restante desempeño bueno. De las salas que no tienen calefacción el 84,6% tiene un buen desempeño y el 15,4% tienen desempeño regular.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO		CALEFACCIÓN		Total
		NO POSEE	POSEE	SIN CALEFACCIÓN
DHT INVIERNO	REGULAR	Recuento 2	13	15
		% de CALEFACCIÓN 15,4%	65%	45,5%
BUENO	Recuento	11	7	18
	% de CALEFACCIÓN	84,6%	35%	54,5%
Total	Recuento	12	21	33
	% de CALEFACCIÓN	100%	100%	100%

Tabla 8-9: Tabla de contingencia. Relación entre índice de desempeño de invierno y calefacción.

Esta correlación es similar a la que existe entre desempeño y tipo de sala, en la que se clasifica según la presencia de personas en cada espacio. Las 6 salas de uso exclusivo de “personas” tienen calefacción, así como las de uso “combinado” (estanterías abiertas, por ejemplo), mientras que de las 15 salas de guarda de documentos, sólo 4 tienen calefacción y el resto

transcurre con la temperatura del clima exterior, cargas internas mínimas, y el abrigo que le proporcione la envolvente.

Para la correlación de la Tabla 8-9, el índice de correlación V de Cramér en la comparación entre índice de comportamiento y uso de calefacción en el período de invierno toma el valor 0,487 lo que indica una fuerza de asociación moderada. Para índice de posición este valor es 0,167 –leve- y para índice de resiliencia es 0,609, que representa un a asociación de moderada a intensa.

Dado que el índice de comportamiento está conformado por otros dos índices: el de posición, que indica la proporción de registros auditados en los que se cumple la temperatura y la humedad relativa predeterminada; y el índice de resiliencia, que indica la proporción de días auditados en los que la temperatura y la humedad relativa no tuvieron amplitudes diarias mayores a las predeterminadas, una vez encontrada una asociación significativa entre la disponibilidad de calefacción y el índice de desempeño higrotérmico, se desea conocer cuál de estas dos variables componentes prevalece.

Con este fin se realiza la correlación entre el IP (índice de posición) de invierno de las salas y la existencia de equipamiento de calefacción, y la correlación entre IR (índice de resiliencia) y esta misma variable (Tabla 8-10). Para la primera no se evidencia asociación entre las variables, mientras que la asociación es fuerte para el IR, donde todos los que no poseen calefacción tienen buen desempeño y el 60% de los que poseen calefacción tienen un desempeño regular.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO			CALEFACCIÓN		Total
			NO POSEE	POSEE	
IP_ INVIERNO	REGULAR	Recuento	2	6	8
		% de CAL	15,4%	30,0%	24,2%
	BUENO	Recuento	11	14	25
		% de CAL	84,6%	70,0%	75,8%
IR_ INVIERNO	REGULAR	Recuento	0	12	12
		% de CAL	0%	60,0%	36,4%
	BUENO	Recuento	13	8	21
		% de CAL	100,0%	40,0%	63,6%

Tabla 8-10: Tabla de contingencia. Relación entre IP e IR para calefacción

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO			AIRE ACONDICIONADO		Total
			NO POSEE	POSEE	
IC_ VERANO	REGULAR	Recuento	17	13	30
		% de AA	89,5%	92,9%	90,9%
	BUENO	Recuento	2	1	3
		% de AA	10,5%	7,1%	9,1%
	Total	Recuento	19	14	33
		% de AA	100%	100%	100%

Tabla 8-11: Tabla de contingencia. Relación entre IC de verano y AA.

En verano todas las salas tienen en su interior excesivos valores de temperatura, lo que provoca que el desempeño sea malo en prácticamente todos los casos. Por este motivo no se alcanza a detectar si el efecto del aire acondicionado es positivo, aunque si podemos afirmar que en caso de dar un efecto positivo, no es suficiente (Tabla 8-11).

Se entiende que el motivo principal del mal desempeño de verano es el exceso de temperatura, por lo que, al igual que con la situación de invierno, se descompone este valor en índice de desempeño e índice de posición para saber si el efecto del aire acondicionado influye sobre alguno de estos índices.

DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO			AIRE ACONDICIONADO		Total
			NO POSEE	POSEE	
IP_ VERANO	REGULAR	Recuento % de AA	17 89,5%	13 92,9%	30 90,9%
	BUENO	Recuento % de AA	2 10,5%	1 7,1%	3 9,1%
IR_ VERANO	REGULAR	Recuento % de AA	4 21,1%	5 35,7%	9 27,3%
	BUENO	Recuento % de AA	15 78,9%	9 64,3%	24 72,7%

Tabla 8-12: Tabla de contingencia. Relación entre IP e IR verano y AA.

Esta prueba se muestra en la Tabla 8-12, y se puede afirmar que no existe relación de dependencia entre el uso de aire acondicionado y la capacidad de mantener la condición climática de conservación seleccionada; y tampoco tiene incidencia en la capacidad de mantener las oscilaciones dentro de los límites seleccionados. Esto se evidencia al observar que la proporción de casos con desempeño bueno con y sin aire acondicionado (78,9% y 64,3%) es similar a la proporción total (72,7%).

Para las estaciones intermedias (otoño y primavera) la regla general indica que el otoño es más cálido, por lo que los edificios que cuentan con aire acondicionado podrían llegar a utilizarlo, mientras que la primavera es fresca, y muchas veces se utiliza la calefacción. Por lo tanto, se prueba la relación entre el desempeño higrotérmico de otoño y el uso de aire acondicionado; y el desempeño higrotérmico de primavera y el uso de calefacción.

INDICE COMPORTAMIENTO OTOÑO * AIRE ACONDICIONADO			AIRE ACONDICIONADO		Total
			NO POSEE	POSEE	
IC_ OTOÑO	REGULAR	Recuento % de AA	8 42,1%	7 50,0%	15 45,5%
	BUENO	Recuento % de AA	11 57,9%	7 50,0%	18 54,5%
Total		Recuento % de AA	19 100%	14 100,0%	33 100,0%

Tabla 8-13: Tabla de contingencia. Relación entre índice de DHT de otoño y AA.

En otoño (Tabla 8-13), las salas que cuentan con aire acondicionado (42%) muestran desempeño bueno y regular en proporción similar. De las salas que no tienen aire acondicionado (58%) el 42% tiene desempeño regular y 58% bueno, por lo que no tener aire acondicionado sería algo positivo, aunque esta diferencia es sutil e insuficiente para establecer una pauta general.

En primavera (Tabla 8-14) de las salas que si poseen calefacción (60% del total) el 60% tiene desempeño regular y 40% desempeño bueno, es decir, las salas con calefacción no se ven beneficiadas por este hecho. Esto se refuerza al observar la situación de las salas que no poseen calefacción ya que el 77% tienen buen desempeño contra el 23% que tienen desempeño regular.

INDICE COMPORTAMIENTO_PRIMAVERA*			CALEFACCIÓN		Total
CALEFACCIÓN			NO POSEE	POSEE	
ID_ PRIMAVER A	REGULAR	Recuento	3	12	15
		% de Calefacción	23,1%	60,0%	45,5%
	BUENO	Recuento	10	8	18
		% de Calefacción	76,9%	40,0%	54,5%
Total		Recuento	13	20	33
		% de Calefacción	100%	100%	100%

Tabla 8-14: Tabla de contingencia. Relación entre índice de DHT de primavera y calefacción.

8.6 Análisis estacional

8.6.1 Índice de posición estacional

La Figura 8-11 muestra en un diagrama de barras ordenado, los resultados del índice de posición estacional obtenido por cada sala para cada período: verde para verano, amarillo para otoño, azul para invierno y rosa para primavera. El valor máximo posible, que se lee en el eje "X" es 4, ya que el procedimiento consiste en sumar el IP, con valores ente cero y uno, de cada estación.

El índice de posición es una variable que tiene la función de medir la proporción de registros de cada estación que cumplen con la condición de temperatura y humedad relativa asignada. La estación verano se muestra en 13 casos con valores nulos, y eso significa que la temperatura mínima ha sido superior a 25°C durante todo el período de medición.

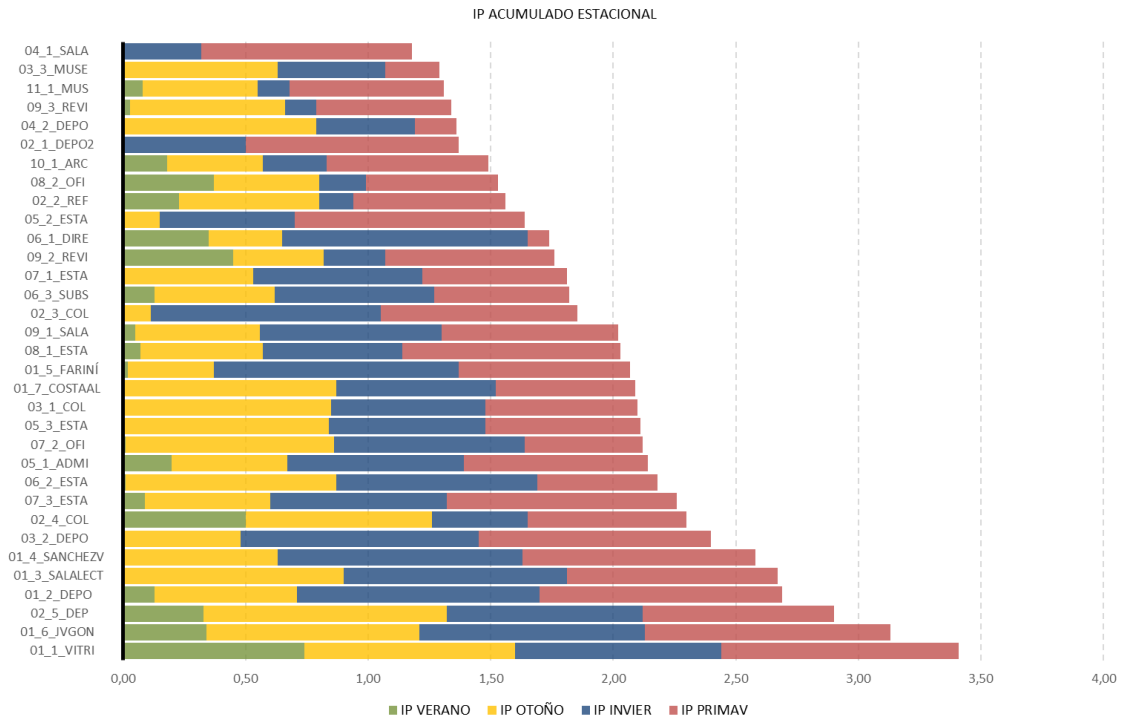


Figura 8-11: Índice de posición de cada estación acumulado ordenado.

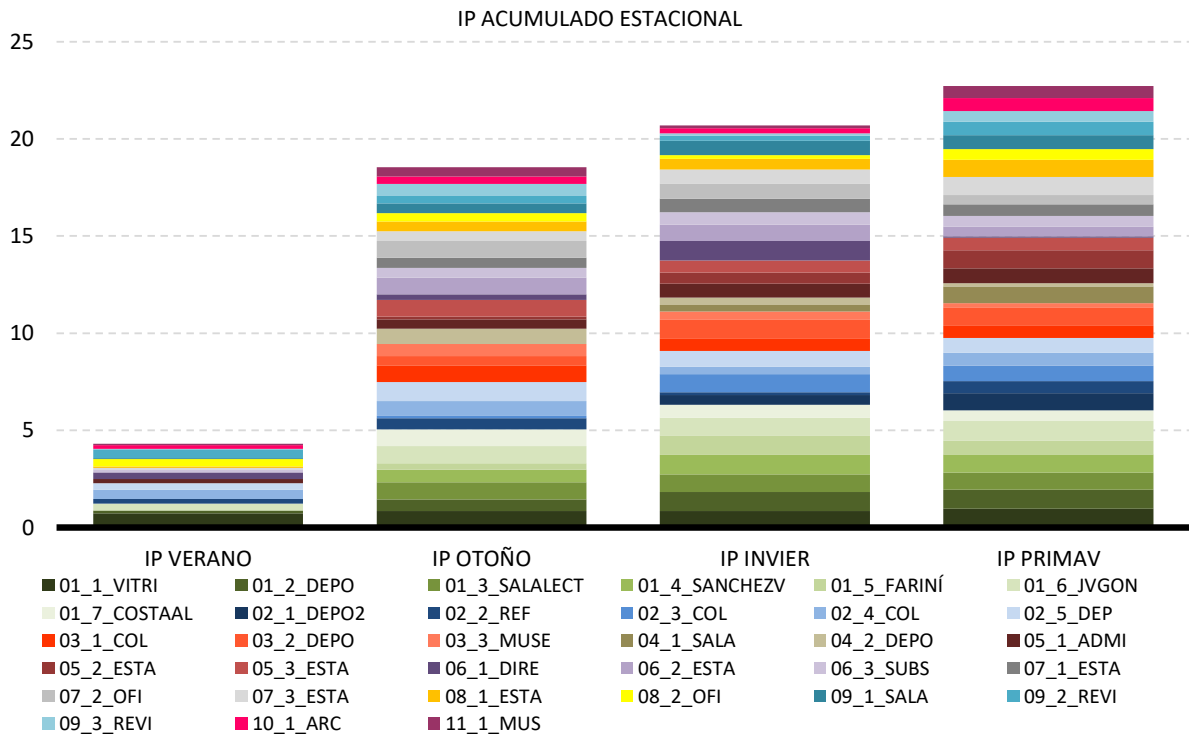


Figura 8-12: Distribución acumulada por estación.

La Figura 8-12 resalta esta característica ya que muestra los valores acumulados en el total de las salas para cada estación. Para verano, el valor acumulado alcanza sólo el 13% del máximo obtenible, mientras que la primavera acumula el 69%. Para otoño este valor es 56% y para invierno 63%. De este gráfico podemos concluir que los edificios carecen de la capacidad de ubicarse en el rango de confort fundamentalmente en verano, y que esa es la

estación en la que se debe actuar de manera prioritaria. Esta relación porcentual se calcula con un valor máximo total de 33, que sería el valor posible si todas las salas hubieran obtenido el valor máximo 1.

8.6.2 Índice de resiliencia estacional

Respecto del índice de resiliencia de cada estación, o proporción de días en los que la variación máxima de temperatura y humedad relativa está por debajo de la máxima admisible (2°C y 10% de HR), la Figura 8-13 muestra en un gráfico de barras ordenado cómo es dicha distribución. Esta variable mide la estabilidad o invariación de la temperatura y la humedad relativa en el interior de las salas.

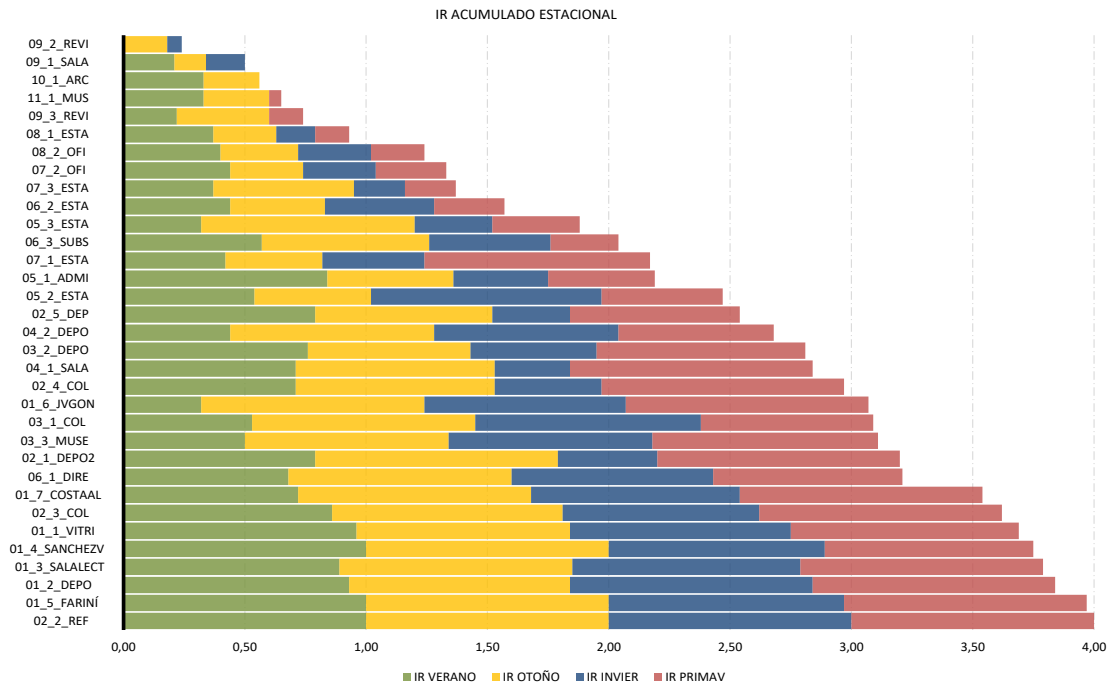


Figura 8-13: Índice de resiliencia para cada estación ordenado.

En el caso del IR, la estación verano mejora, “cumpliendo” el 59% de los casos¹; el mejor desempeño lo obtiene el otoño con 67%, luego primavera con 61% e invierno con 54%. La Figura 8-14 refleja esta característica, y permite inferir que la mejor performance de las salas se da en los meses de media estación, otoño y primavera, con valores levemente superiores a invierno y verano.

¹ El 100% equivale a la situación en la que las 33 salas analizadas tienen un IP igual a 1. En el eje vertical del gráfico se puede leer el IP obtenido.

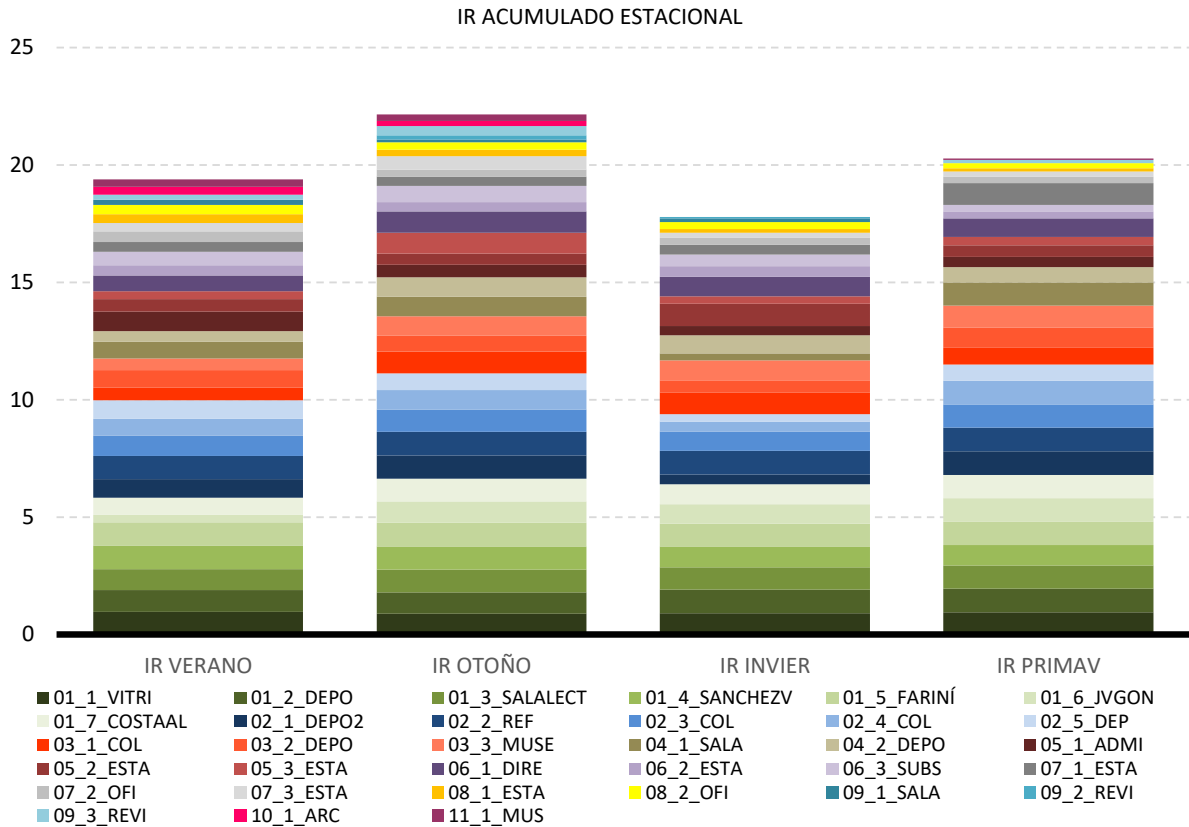


Figura 8-14. Índice de resiliencia acumulado para cada estación

8.6.3 Puntos fuera de rango

Como se explicó en el apartado 6.3.7, los puntos fuera de rango constituyen el valor que cuantifica la magnitud del exceso o defecto de una condición respecto del límite adoptado. Es decir, mide la cantidad de grados de temperatura que excede 25°C y los que están por debajo de 15°C por debajo del nivel 0 del eje izquierdo. Estos valores de temperatura en los gráficos se muestran en azul, y con verde la humedad que supera 65% por encima del eje y la que le falta a la muestra para alcanzar los 45%, por debajo del nivel 0 del eje secundario.

En verano se observa sobre calentamiento en la totalidad de la muestra (Figura 8-15). En 3 casos este exceso es más evidente: en el caso 2, con aire acondicionado y gran población de usuarios, y en los casos 8 y 9, con edificios en categoría de “históricos” sin aire acondicionado.

Durante el otoño (Figura 8-16) existe exceso de temperatura en las salas de 4 bibliotecas: en la primera, que posee aire acondicionado, y en los casos 5 y 9, que no poseen aire acondicionado. En uno de los depósitos del caso 2 (sala con aberturas vidriadas sin protección) se observa también sobre calentamiento.

La humedad relativa no parece influenciada por la temperatura ya que los sobrecalentamientos no se ven contrapuestos por carencias de humedad. Los casos con humedad relativa más elevada en otoño son ambientes de lectura, es decir, con personas, y en salas climatizadas con aire acondicionado de los casos 4, 6 y 7. La vitrina del caso 3

registra valores de humedad relativa elevados provenientes de una patología de la construcción, y no sería el caso de comportamiento que se estudia en esta investigación.

Casi el 60% de las salas tiene un pequeño período de carencia de humedad relativa, aun las que tienen también exceso. Existe la hipótesis de que en los cambios de temperatura propios de la media estación permitan la apertura de ventanas y se ventile en horarios de humedad absoluta baja en el exterior, y también que los espacios menos ventilados mantengan un remanente de calor del periodo de verano y por este motivo la mezcla de aire resulte más “seca”.

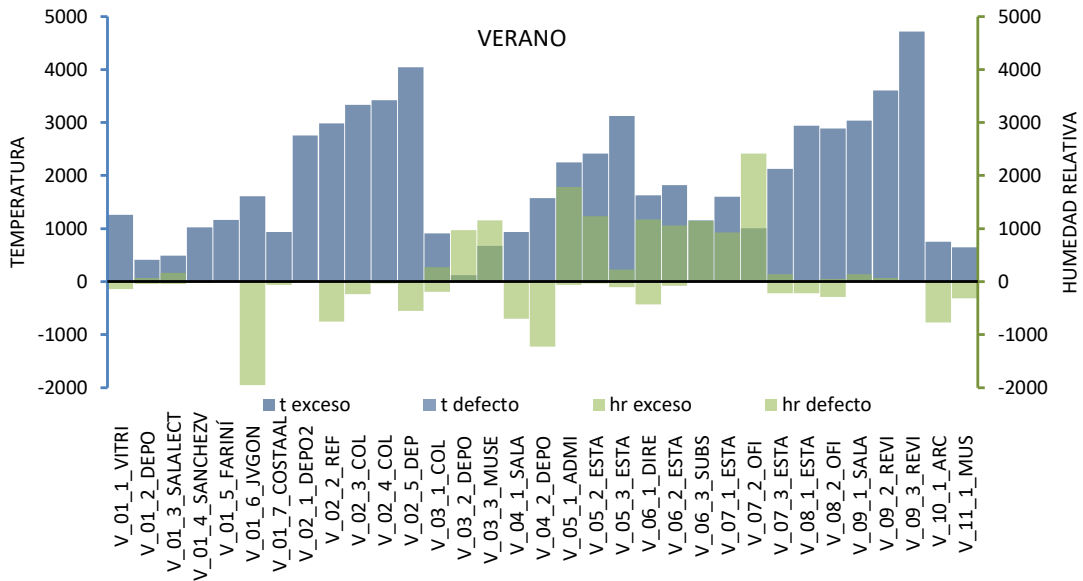


Figura 8-15: Puntos fuera de rango. Verano.

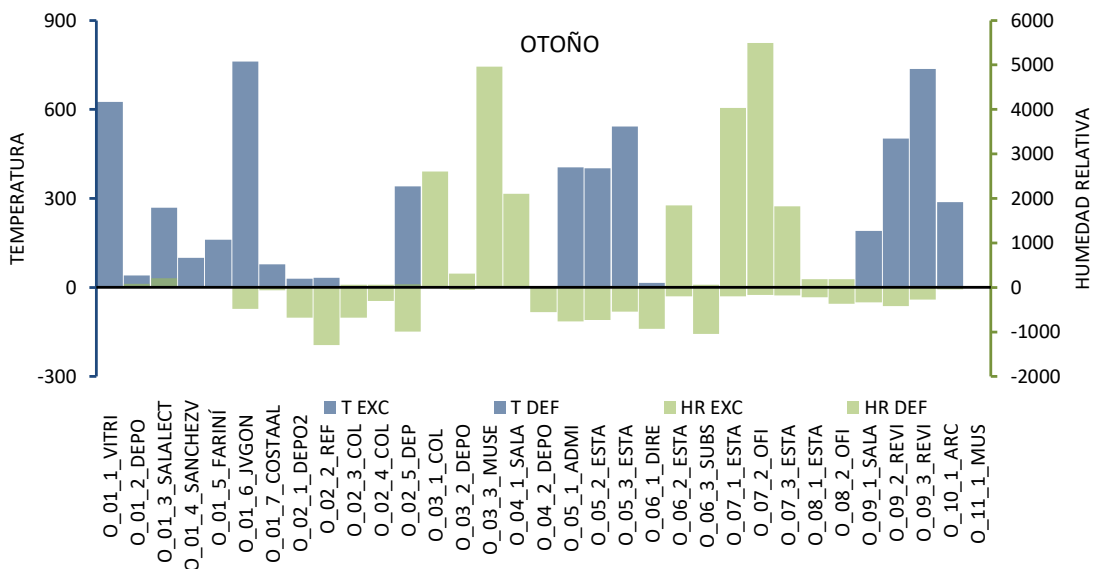


Figura 8-16: Puntos fuera de rango. Otoño.

En invierno son pocos los casos que sufren de sobre calentamiento: el depósito vidriado en planta alta del caso 2; y 3 casos climatizados según el confort del usuario: la sala de lectura del caso 1, la estantería en planta baja del caso 5, y la estantería abierta del caso 7. Estas 4

salas aisladas en cada biblioteca. La humedad relativa falla por defecto en la sala de lectura del caso 2, con calefacción; y en los edificios 6 y 7 con equipamiento centralizado de calefacción. En el depósito no climatizado del caso 1 se observan temperaturas bajas y humedad en exceso, en la sala con problemas de humedad del caso 3 se evidencia esta característica, en la biblioteca 5 y en el archivo del caso 10 se observa también falta de temperatura.

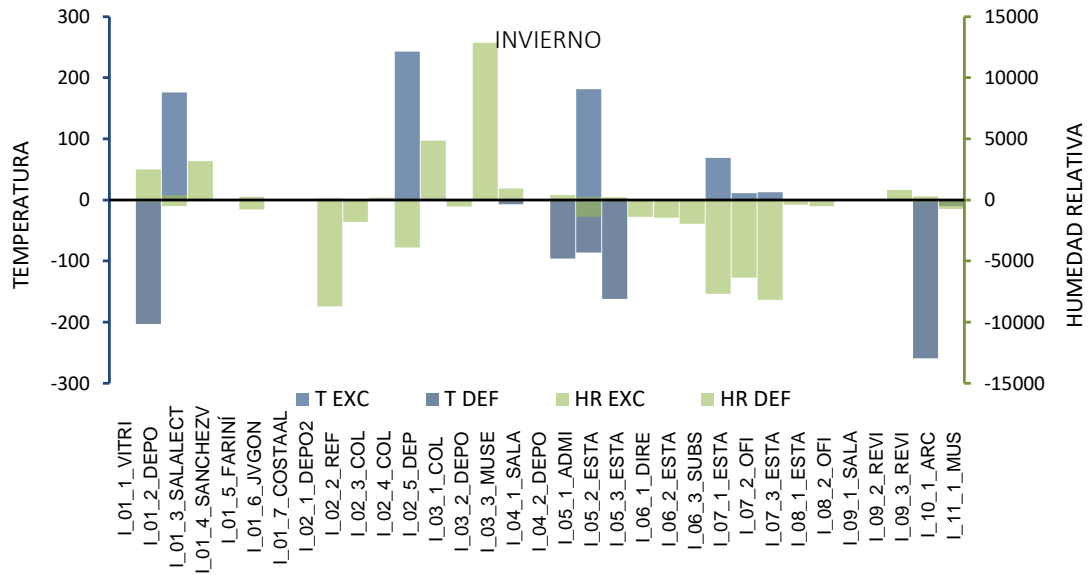


Figura 8-17: Puntos fuera de rango. Invierno.

En primavera se observa sobrecalentamiento en sólo uno de los casos, el 8. Salvo en el caso 3, con un problema de humedad derivado de otra patología, el resto de los ambientes sufren principalmente de desecamiento, que se estima deriva del uso de calefacción.

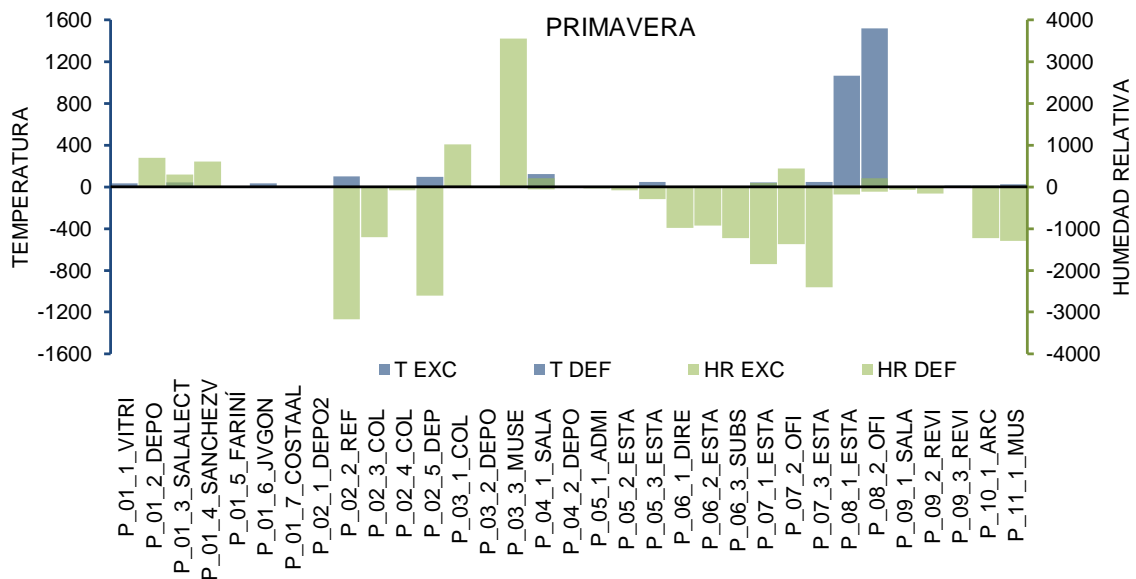


Figura 8-18: Puntos fuera de rango. Primavera.

8.7 Resumen y conclusiones

Los resultados a los que se arriba luego de aplicar el modelo al caso de estudio se resumen en la Tabla 8-15. Para cada variable analizada se indica el valor obtenido en la prueba estadística correspondiente. Para las variables nominales este coeficiente es la V de Cramér y para las variables continuas, el coeficiente de correlación r de Pearson y el coeficiente de regresión lineal R^2 .

Existe una relación de dependencia moderada entre la edad de la edificación y el nivel de desempeño higrotérmico alcanzado, y esta relación es negativa, es decir, que se encuentran resultados más cercanos a lo ideal en las edificaciones históricas, en los edificios más antiguos. El análisis muestra que el desempeño higrotérmico no se ve determinado por una condición morfológica como la pertenencia a un edificio contenedor de mayor escala o constituirse exento, por lo que esta característica pasa a conformar un factor despreciable o poco determinante.

VARIABLE		INDICE DE POSICIÓN	INDICE DE RESILIENCIA	INDICE DE COMPORTAMIENTO	
1	UBICACIÓN	V	0,07	0,32	0,21
2	EDAD DE LA EDIFICACIÓN	V	0,355	0,244	0,229
3	COMPACIDAD	r	0,131	0,082	0,115
		R^2	0,017	0,007	0,013
4	PESADEZ	r	0,354	0,693	0,662
		R^2	0,125	0,480	0,438
5	ASENTAMIENTO	r	0,690	0,543	0,589
		R^2	0,476	0,295	0,347
6	ADOSAMIENTO	r	0,399	0,785	0,749
		R^2	0,159	0,615	0,561
7	TRANSPARENCIA	r	-0,504	-0,698	-0,719
		R^2	0,254	0,487	0,517
8	TRANSMITANCIA TÉRMICA	r	-0,568	-0,705	-0,747
		R^2	0,323	0,497	0,558
9	TIPO DE SALA	V	0,226	0,470	0,311
		V	0,167	0,609	0,487
10	EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN	V	0,167	0,609	0,487

Tabla 8-15. Resultado correlaciones obtenidas.

La compacidad, variable que relaciona la superficie envolvente con la mínima superficie envolvente (la esfera) para un volumen similar, recomendada generalmente en estudios sobre sustentabilidad argumentada por la reducción de pérdidas por conducción, no tiene ninguna fuerza de incidencia sobre el comportamiento, el IP o el IR.

La pesadez, o masa promedio por metro cuadrado de envolvente, que posee la característica de poder tomar calor, almacenarlo y cederlo, amortiguando las amplitudes diarias y estacionales. En la prueba realizada se observa mejor desempeño a partir de los 400 y 600

Kg/m². Además del índice de comportamiento se analizan los índices generadores del mismo: el índice de resiliencia y el índice de posición. Se hallan coeficientes de determinación más elevados en la evaluación del coeficiente de resiliencia ($R^2=0,48$). Es decir que es posible predecir el valor de IR (condición de mantener reducidos el rango de temperatura y humedad relativa) en base a la pesadez de la envolvente con una certidumbre del 48%.

La correlación entre la variable asentamiento y los índices de desempeño higrotérmico se calculan tomando como muestra las salas que tienen al menos una porción de superficie de apoyo en el terreno natural. Esta prueba tiene como resultado una asociación de moderada a fuerte, de signo positivo, sobre todo respecto del índice de posición.

El índice de adosamiento cuantifica la proporción de superficie envolvente que se encuentra en contacto con otros ambientes. Se prueba la asociación con las variables de performance desarrolladas y se encuentra una relación lineal positiva, con una fuerza de asociación moderada a intensa ($r=0,78$ para IR) que constituye una pauta de recomendación por ser un factor de influencia significativo.

La transparencia, o porción vidriada de la envolvente exterior de las salas evaluadas se analiza bajo la hipótesis de que el vidrio tiene menor resistencia térmica, y que permite el ingreso de los rayos solares con su consecuente efecto en el clima interior. En esta variable se observa una correlación lineal negativa moderada, fundamentalmente respecto del índice de comportamiento ($r=0,70$). El coeficiente de determinación indica que es posible explicar el índice de comportamiento para un valor dado de variable transparencia con un casi 52% de precisión.

La transmitancia térmica es la propiedad de un cerramiento de impedir el paso de calor desde una cara hacia la cara opuesta, en esta variable se pondera un valor en función de la proporción de cada tipo de cerramiento respecto de la superficie envolvente total. El desempeño higrotérmico es inversamente proporcional a la transmitancia térmica, con una fuerza de asociación moderada. El valor máximo se da en el IC, $r=-0,74$ y un coeficiente de determinación de $R^2=0,55$. Tanto el IP como el IR responden a esta tendencia con menor fuerza de asociación, $r=-0,56$ y $-0,70$ respectivamente.

La permanencia de personas incide en el desempeño de las salas, y esto se prueba con un valor de Correlación de Cramér cuya significación permite descartar la hipótesis nula de independencia ($V=0,47$). La mayor proporción de salas con un desempeño bueno ocurre en aquellas de uso exclusivo de depósito. Este factor de influencia debe servir de recomendación para no promover a la creación de espacios de lectura o trabajo en salas destinadas al depósito y guarda de materiales.

La Figura 8-19 muestra en un gráfico de barras los diferentes valores de correlación hallados. Este gráfico permite distinguir que las variables descriptoras de la envolvente inciden con

mayor intensidad en el índice de resiliencia, no solo influyen todas las variables, sino que obtienen valores más altos. El índice de comportamiento obtiene valores levemente inferiores.

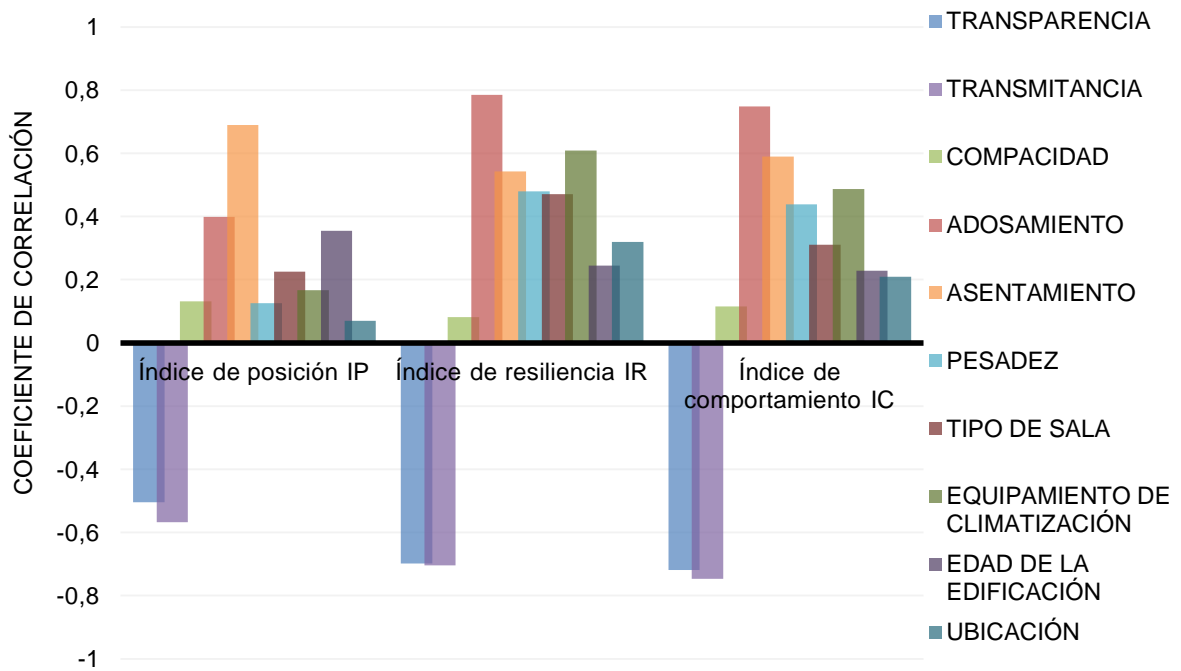


Figura 8-19. Esquema de correlaciones según índice.

En relación al nivel sub unitario se calcula para cada unidad de análisis sus índices de posición, resiliencia y comportamiento. En el nivel sub unitario las unidades de análisis representan cada campaña estacional de cada sala monitoreada. De acuerdo con los resultados obtenidos, la condición más difícil es la de verano para lo concerniente a posición, en la que la temperatura es más elevada que lo esperado. Esto se manifiesta principalmente en los edificios históricos que no poseen instalaciones de aire acondicionado. De cualquier manera, ni siquiera las salas acondicionadas para verano logran alcanzar temperaturas de conservación. La estación más beneficiosa según este criterio es la primavera. Esto podría atribuirse a la inercia de los edificios respecto del frío invernal combinado con el ingreso de aire templado-fresco de la media estación. En otoño y en invierno se da una situación intermedia, más cercana la primavera.

Respecto a la resiliencia, las mejores condiciones se dan en otoño y primavera, y esto se puede explicar argumentando que son los meses en los que no se utiliza equipamiento de climatización. Sin embargo, son los meses en los que el clima exterior permite la ventilación natural, y si bien provocan repetidas renovaciones de aire, evidentemente no hacen más que aportar a mejorar el clima interior.

En el nivel subunitario se analiza además la situación de los momentos de medición en los que la posición esperada no se cumple. Los resultados permiten afirmar que todas las salas en verano sufren sobre calentamiento, y en mayor magnitud aquellas que no poseen aire

acondicionado. Las salas con calefacción pueden sufrir sobrecalentamiento y oscilaciones diarias que desalientan su uso.

La Figura 8-20 muestra la fuerza de influencia de las variables analizadas en los índices de desempeño higrotérmico elaborados. Las flechas llenas conectan las variables con mayor influencia (transparencia, transmitancia y asentamiento) al conjunto de DHT ya que inciden en cada uno de los índices que lo componen. Las flechas con líneas de trazos conectan la variable con el índice al que afectan en mayor proporción, y las flechas con línea de puntos conecta las variables con resultados más bajos, que proporcionan asociaciones más débiles con el índice al que afectan.

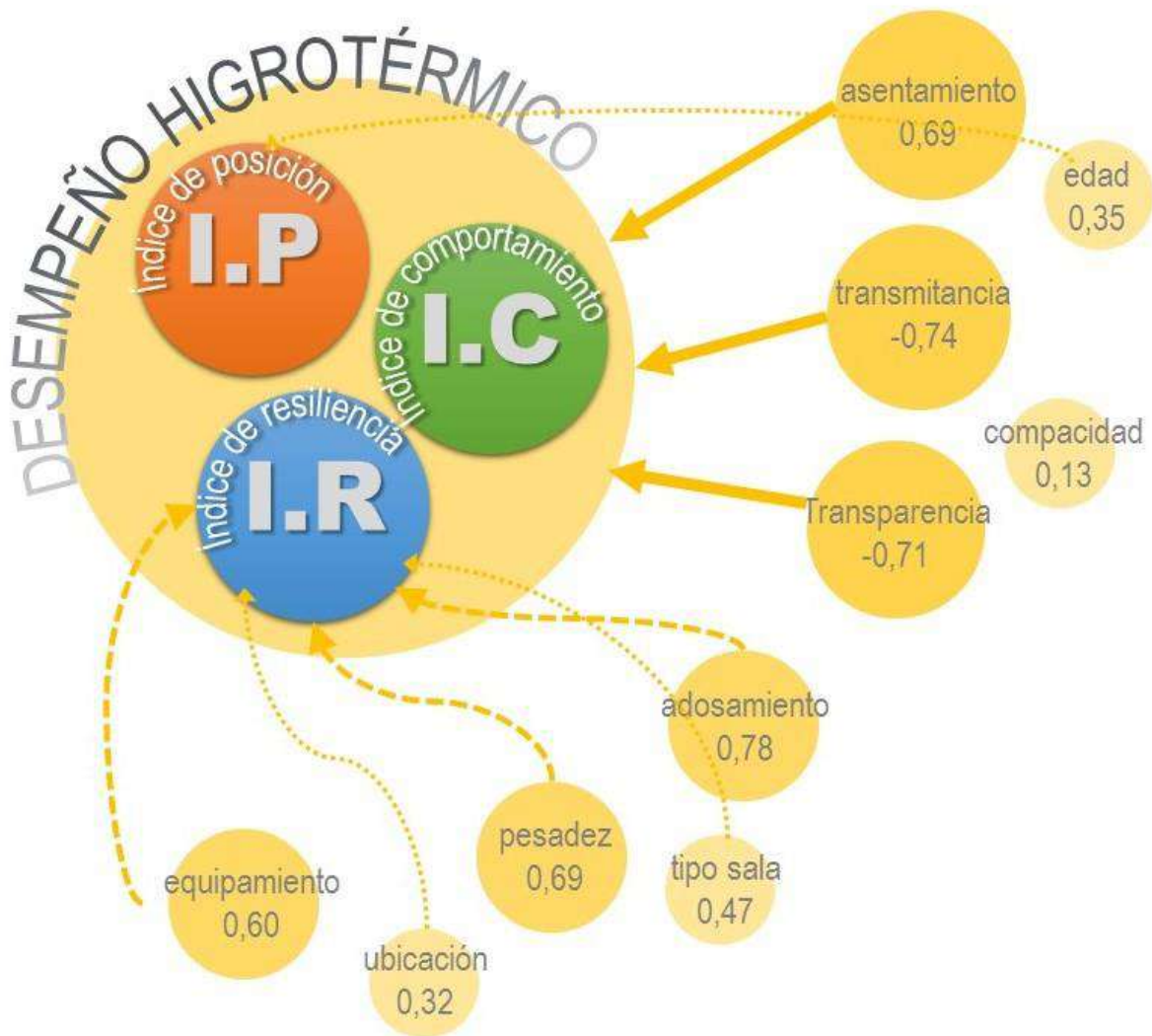


Figura 8-20. Esquema resumen de resultados.

9. CASO DE ESTUDIO

SEVILLA

A continuación, se desarrolla la aplicación del modelo en la biblioteca Rector Machado y Núñez de la Universidad de Sevilla, en España. El propósito en este caso es el cálculo del objetivo climático para la colección ubicada en la biblioteca general recientemente trasladada a una nueva sede diseñada y construida a este fin, ubicada en la Avenida de Eritaña.

Adicionalmente se propone la verificación del requerimiento de deshumidificación en una sala donde funciona la Hemeroteca, ubicada en el subsuelo del Edificio Histórico que perteneció a la Real Fábrica de Tabacos, donde se encuentra actualmente el Rectorado y la Facultad de Humanidades.

9.1 Introducción

El objetivo de este ensayo es hallar el objetivo climático para la nueva biblioteca Antonio Machado y Núñez de la Universidad de Sevilla. La estancia de investigación en el Departamento de Construcciones 1 de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, entre noviembre de 2016 y junio de 2017, coincide con un evento especial en una de las bibliotecas más reconocidas de España. La realización de este estudio surge a partir de varias motivaciones que se comentan a continuación.

La biblioteca Antonio Machado y Núñez constituye el archivo histórico y el fondo antiguo de la Universidad de Sevilla y posee una colección muy valiosa de códices medievales, manuscritos, incunables y libros antiguos. Esta serie ha estado alojada en el edificio que perteneció a la Real Fábrica de Tabacos hasta el mes de marzo de 2017.

La maravillosa colección está digitalizada en gran parte para el provecho de cualquier usuario, sin embargo, los originales se encuentran almacenados en sus depósitos, y son entre otras, las siguientes obras:

332 impresos anteriores al 1500, llamados *incunables*, como un ejemplar de la Biblia de 42 líneas de Gutenberg, el único ejemplar del Breviario Carmelitano, y la *Hypnerotomachia Poliphili* del notable taller de Aldo Manucio en Venecia.

1217 manuscritos, en su mayoría apuntes jurídicos y teológicos, códices miniados de los siglos XIV y XV como dos biblias latinas y las Postillae de Nicolás de Lira, y los archivos personales del arqueólogo Antonio Delgado, Luis y Santiago Montoto, y Juan de Mata Carriazo.

9.941 impresos del S. XVI, abundantes dada la pujanza de Sevilla en aquel tiempo, da cabida a obras de todas las disciplinas, especialmente impresos sevillanos.

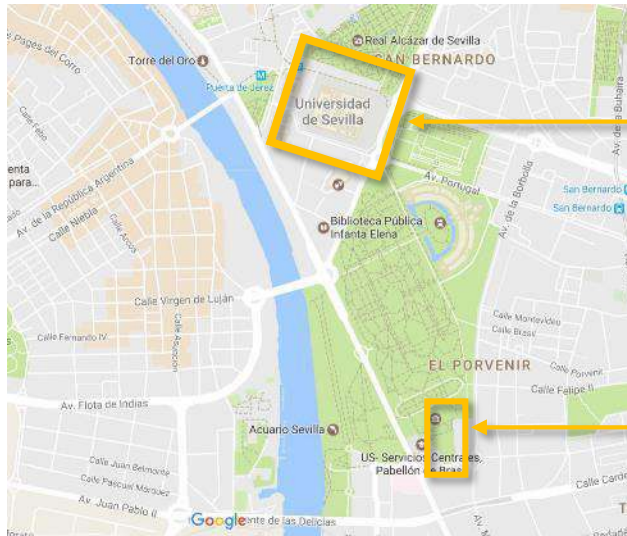
Estos fondos se han conformado con el correr del tiempo, gracias a adquisiciones, donaciones de bibliotecas particulares legadas de personas vinculadas a la historia literaria, cultural y científica de Sevilla, fondos jesuíticos, y órdenes religiosas afectadas por la desamortización, mediante la cual se convierten en bienes nacionales².

En 2012 la Universidad de Sevilla dispone la edificación de una nueva biblioteca ubicada a 1.700 m. de la anterior, en un lote lindero al Parque de María Luisa, entre el Pabellón de México y el Cuartel de la Guardia Civil.

En esta investigación no se estudian las condiciones climáticas del archivo histórico y las joyas comentadas anteriormente dado que, desgraciadamente no se han obtenido datos de monitorización previa. Sin embargo, se ha tenido acceso a los datos correspondientes a la biblioteca general, y la hemeroteca de la Facultad de Humanidades.

² Sitio web de la Biblioteca Rector Machado y Núñez http://bib.us.es/machado/fondo_antiguo/fondos

Los datos de monitorización han sido recogidos en meses aislados por el personal de mantenimiento, con el objetivo de observar si las condiciones climáticas halladas están de acuerdo con las normas de conservación adoptadas.



Calle San Fernando, 4. Real Fábrica de Tabacos.

Avenida de Eritaña. Nueva Biblioteca Rector Machado y Núñez.

Figura 9-1. Sevilla. Ubicación de Fábrica de Tabacos y Biblioteca Rector Machado.

La nueva sede de la Biblioteca, ha sido construida en cumplimiento de las normativas españolas, condensadas en el Código Técnico de la Edificación (CTE) como los requerimientos de ahorro energético vigentes en Europa. En lo referente al control microclimático para la conservación de sus colecciones, no sólo las más valiosas, cuenta con equipamiento de última tecnología que permite relevar en tiempo real desde las oficinas de mantenimiento de la Universidad, el clima en cada sitio de la biblioteca (Figura 9-2).

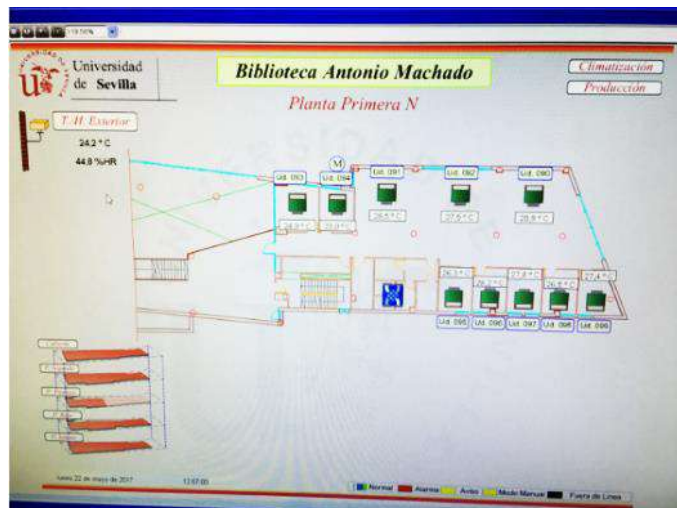


Figura 9-2. Sistema de monitorización climático en tiempo real.

En base a la consideración de la importancia de sostener la condición climática histórica de una colección para favorecer a su conservación, y teniendo a disposición la tecnología idónea para replicar las condiciones, se propone la determinación del objetivo climático por medio de la implementación de la fase 1 del modelo desarrollado.

9.2 El clima de la localidad: Sevilla

Utilizando la herramienta Climate Consultant 6.0.Ink (CC6) se describen, al igual que con el caso de La Plata, las características distintivas de este ejemplo de clima templado.

Sevilla posee 1122 grados día de calefacción en base 20°C, la temperatura seca en invierno es 3,1°C con una amplitud diaria de 12,9°C, y la humedad relativa 79,4%. En verano, la temperatura máxima alcanza 45,2°C con amplitud de 17,4°C (IDAE 2010).

La clasificación de las zonas climáticas se determina según la severidad climática: combinación de grados día y radiación solar de la localidad, para invierno y para verano. El CTE indica que un mismo edificio situado en dos localidades con la misma severidad climática, tienen una demanda energética similar (Código técnico de la Edificación 2016).

Para invierno existen 5 categorías: A, B, C, D y E. Para verano existen 4: 1, 2, 3, y 4. Sevilla se encuentra en la zona climática B4, y los valores promedio mensuales de temperatura y humedad relativa se resumen en la Tabla 9-2. Los requerimientos de la zona B4 para los muros de la fachada y cerramientos verticales en contacto con el terreno, indican que la transmitancia máxima es 0,82 W/m²K; para suelos es 0,52 W/m²K y para la cubierta es 0,45 W/m²K (Código técnico de la Edificación 2016). La transmitancia térmica máxima de las ventanas depende de su orientación y de su proporción en el cerramiento, los valores se expresan en la en la Tabla 9-1, extraído del CTE.

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U_{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,55	-	0,57
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	0,55	-	0,58	0,42	0,59	0,44
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,45	-	0,48	0,34	0,49	0,36
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,39	0,55	0,41	0,29	0,42	0,31

Tabla 9-1: Caracterización y exigencias de aberturas para la Zona B4-CTE.

MED	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
T (°C)	10,7	11,9	14,0	16,0	19,6	23,4	26,8	26,8	24,4	19,5	14,3	11,1
HR(%)	79	75	68	65	59	56	51	52	58	67	76	79

Tabla 9-2. T y HR media mensual para Sevilla. Fuente: CTE.

La Figura 9-3 muestra la temperatura de bulbo seco y la humedad relativa promedio horaria para cada mes en la Ciudad de Sevilla. La franja gris que cubre el rango de 15° a 25° es la temperatura indicada como rango de conservación en esta investigación. Entre los meses de junio y septiembre, la temperatura se eleva 10°C por encima de la temperatura seleccionada, mientras que, en los meses más fríos, diciembre y enero, las temperaturas medias máximas que ocurren a las 16:00 horas, alcanzan la temperatura de confort.

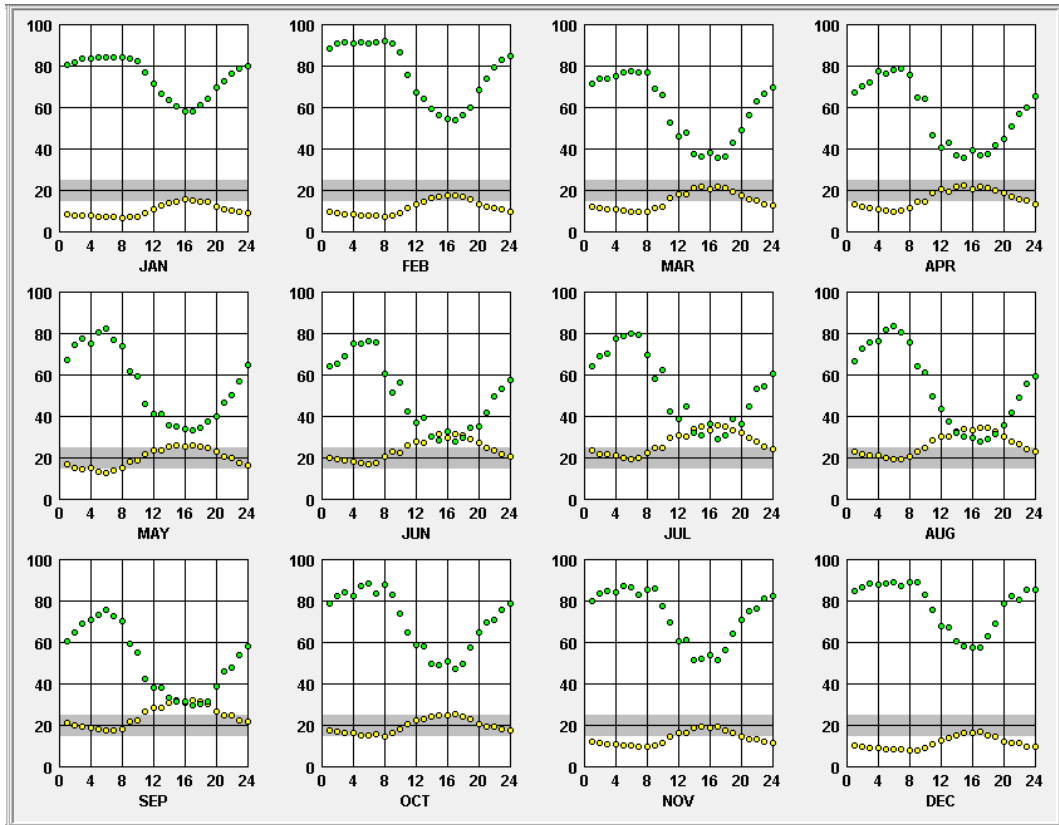


Figura 9-3. T y HR promedio horaria para cada mes del año. Sevilla. Fuente: CC6.

La Figura 9-4 muestra la temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo y radiación solar para Sevilla durante el año. Los meses de junio a septiembre la temperatura exterior media excede el rango considerado, mientras que el resto de los meses, si bien está por debajo de lo ideal, las temperaturas alcanzan por un período el rango de admisibilidad.

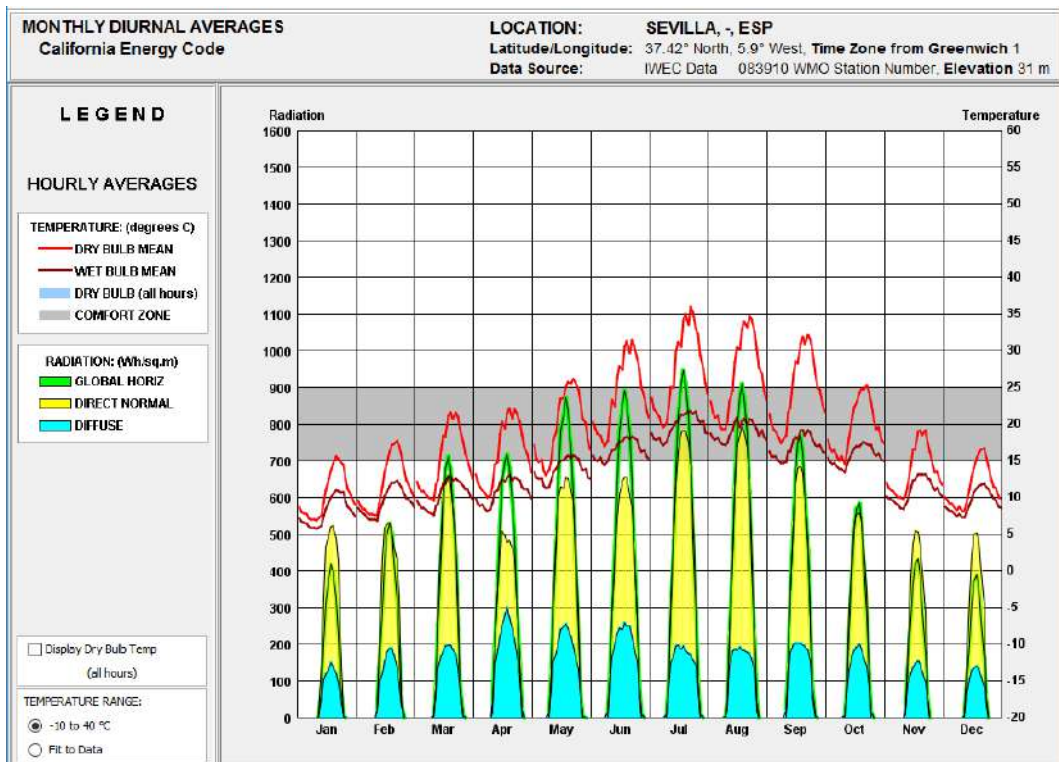


Figura 9-4. Temperatura seca y húmeda y radiación para Sevilla. fuente: CC6.

La radiación registrada es elevada, con valores para el mes de julio que duplican los del mes de máxima radiación en La Plata. Esto incentiva el potencial de aprovechamiento de la radiación para producir calor y electricidad.

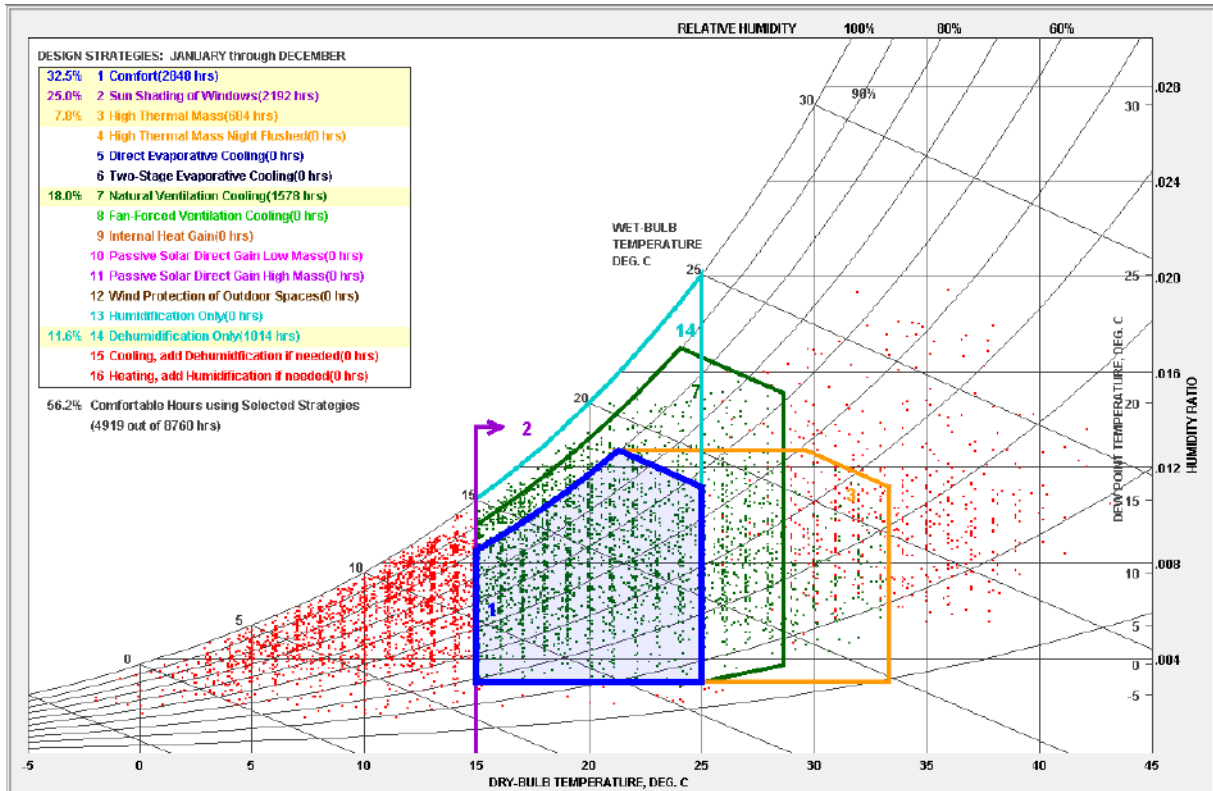


Figura 9-5: Diagrama psicrométrico con estrategias Caso Sevilla. fuente CC6.

Utilizando la herramienta CC6, y para el rango higrotérmico seleccionado, se obtiene que el 56,2% de las horas del año se pueden alcanzar condiciones de confort utilizando exclusivamente estrategias pasivas de acondicionamiento (resaltadas en amarillo, 1, 2, 3, 7 y 14). Utilizando las mismas estrategias, para el clima de La Plata se satisface el confort en 56,4% de las horas, lo que da un indicio de la paridad entre ambos climas.

9.3 Biblioteca Rector Antonio Machado y Núñez en la Real Fábrica de Tabacos

El Edificio de la Real Fábrica de Tabacos es una construcción industrial del año 1757, de estilo barroco neoclásico, erigida por Sebastián Van der Borch, quien fuera ingeniero militar intendente de la Real Fábrica. Se trata de uno de los edificios con perímetro más grande de España: es de planta rectangular de 147m. x 185 m. de lado, con una superficie de 42.000 m².

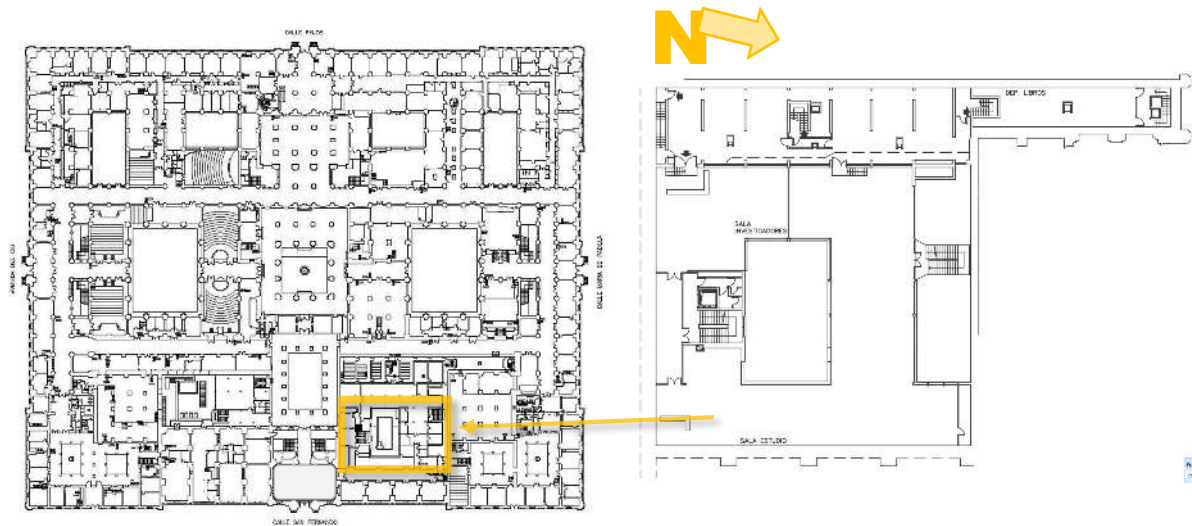


Figura 9-6. Planimetría de la Real Fábrica de Tabacos.

El edificio tiene dos plantas generales, con entresijo y cubiertas materializados por bóvedas de casquete esférico de planta cuadrada de 5,87m de lado. Cada bóveda se apoya en 4 pilares de piedra arenisca de sección cruciforme. Las fachadas son de piedra y las bóvedas y cerramientos interiores son de ladrillo (González-García de Velasco y González Vilches 2013).

A partir de 1954 el Edificio pasa a ser sede de la Universidad de Sevilla, gracias a una donación del Estado, y es un inmueble protegido como Bien de Interés Cultural en la categoría monumento desde 1959 (Cano Arroyo y González López 2014).



Figura 9-7. Real Fábrica de Tabacos. Fachada ppal. (iz.) fachada Sudeste (der.)

9.4 Biblioteca Rector Antonio Machado y Núñez en Av. de Eritaña.

La nueva biblioteca se proyecta en 2012, en 4 plantas con 5690 m² cubiertos, e incluye una sala de exposiciones, dos salas de estudio, el fondo antiguo de la biblioteca, la biblioteca general y el archivo histórico.

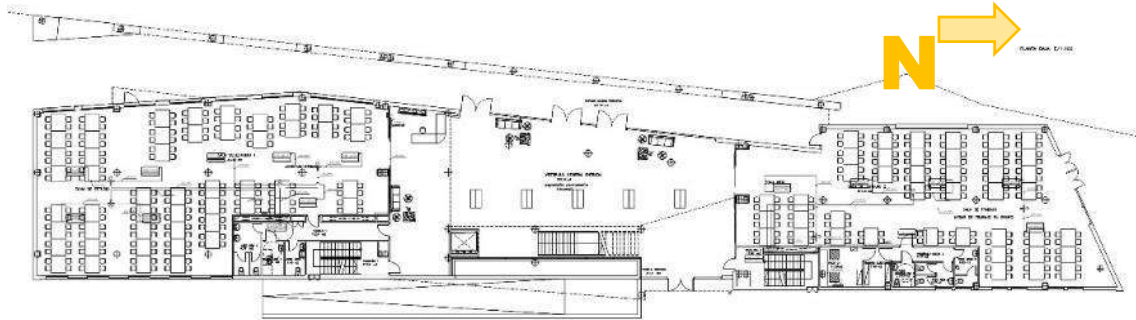


Figura 9-8. Planimetría nueva Biblioteca Rector Marchado y Núñez

La Figura 9-8 muestra la planta de acceso a la nueva biblioteca. Información adicional sobre este edificio se puede encontrar en apartado de Anexos. Los cerramientos del edificio se han resuelto con dos tipos de fachada, una de piedra que conforma los alzados norte, sur y oeste y otra de ladrillo visto que configura el alzado este. La fachada de piedra tiene un coeficiente de transmitancia térmica inferior a 0,64 W/m²K (transmitancia térmica menor al límite máximo admisible de 0,85 W/m²K) calculado en base a la siguiente constitución de cara interior a exterior:

- Estructura autoportante 48+15 con placas de cartón-yeso, sin aislante térmico interior, con revoque interior de 2cm,
- Hilada de ladrillo hueco colocado a soga para aplacar,
- Aislamiento de poliuretano proyectado de 30 mm de espesor 35 Kg/m³,
- Cámara de aire de 7 cm.;
- Fachada ventilada con placa de piedra amarillo fósil tipo Hellín, montada sobre perfilaría.

En cuanto a los acabados, en la zona entreventanas se dispone panel composite, color gris ral 7022. La fachada de ladrillo tiene un coeficiente de transmitancia térmica inferior a 0,68 W/m²K (< máximo admisible 0,85 W/m²K), calculado en base a la siguiente composición:

- Revoque embarrado interior de 2cm
- Estructura autoportante 48+15 con placas de cartón-yeso,
- Aislante térmico interior de poliuretano proyectado de 30 mm de espesor 35 Kg/m³,
- Hilada de ladrillo visto flaseado (alta temperatura) con aparejo inglés en cruz.



Figura 9-9. Fachada (iz.) e interior (der.) de la nueva Biblioteca.

La cubierta plana tiene una pendiente de 2% y un coeficiente de transmitancia térmica de 0,45 W/m²K se compone de la siguiente manera, del exterior al interior:

- Solados de cerámica tipo Bonaes 14X28,
- mortero de agarre,
- mortero de protección de la impermeabilización,
- membrana asfáltica de 4 Kg con doble armadura,
- mortero de nivelación,
- geotextil,
- EPS poliestireno expandido de 4 cm de espesor
- barrera de vapor constituida por emulsión bituminosa coloidal.

El edificio ha sido inaugurado en marzo de 2017, luego del traslado de las colecciones y de las pruebas de todos los sistemas de instalaciones de seguridad. El equipo de prevención y extinción de incendio utiliza el sistema de agua nebulizada, cuyas micro gotas tienen la ventaja de minimizar el daño que causaría el agua, por requerir menor volumen de agua, se reduce la instalación de la cañería, y el efecto de enfriamiento del vapor es más eficiente que el agua en estado líquido.

9.5 Aplicación del modelo

La monitorización realizada por el personal de la biblioteca con fines conservativos se utiliza como insumo para la determinación del objetivo climático, poniendo a prueba la aplicación de la ETAPA 1 de metodología desarrollada en esta investigación. Las salas de las que se obtiene información de monitorizaciones previas son la sala de lectura de la biblioteca general, perteneciente la Biblioteca Rector Machado en la tercera planta, trasladada a la nueva sede (Figura 9-10); y la Hemeroteca de la Biblioteca de Humanidades (Figura 9-11) ubicada en el subsuelo.

Los datos recogidos por la biblioteca, resumidos en promedio diarios y desviación estándar para temperatura y humedad relativa se exponen en el Anexo 2 de esta tesis.

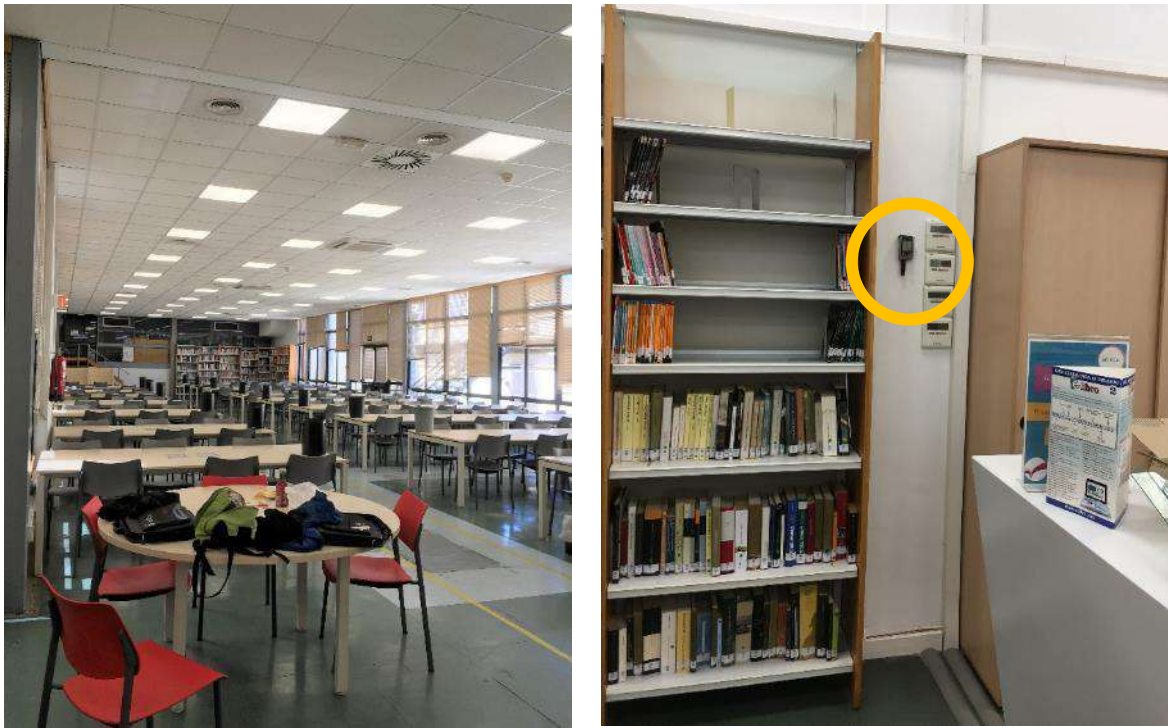


Figura 9-10. Sala de lectura Biblioteca Rector Machado.



Figura 9-11. Hemeroteca Biblioteca Humanidades.

La Figura 9-12 muestra el esquema del diagrama de flujos con los pasos a realizar para obtener el objetivo climático que incorpora la aclimatación de los materiales en las biblioteca donde las colecciones han transcurrido los últimos 60 años para ser tenida en cuenta en la nueva biblioteca.

Para la sala de hemeroteca, que no se ha trasladado, este análisis pretende justificar la conveniencia de la utilización de los dos deshumidificadores que se encuentran en funcionamiento.

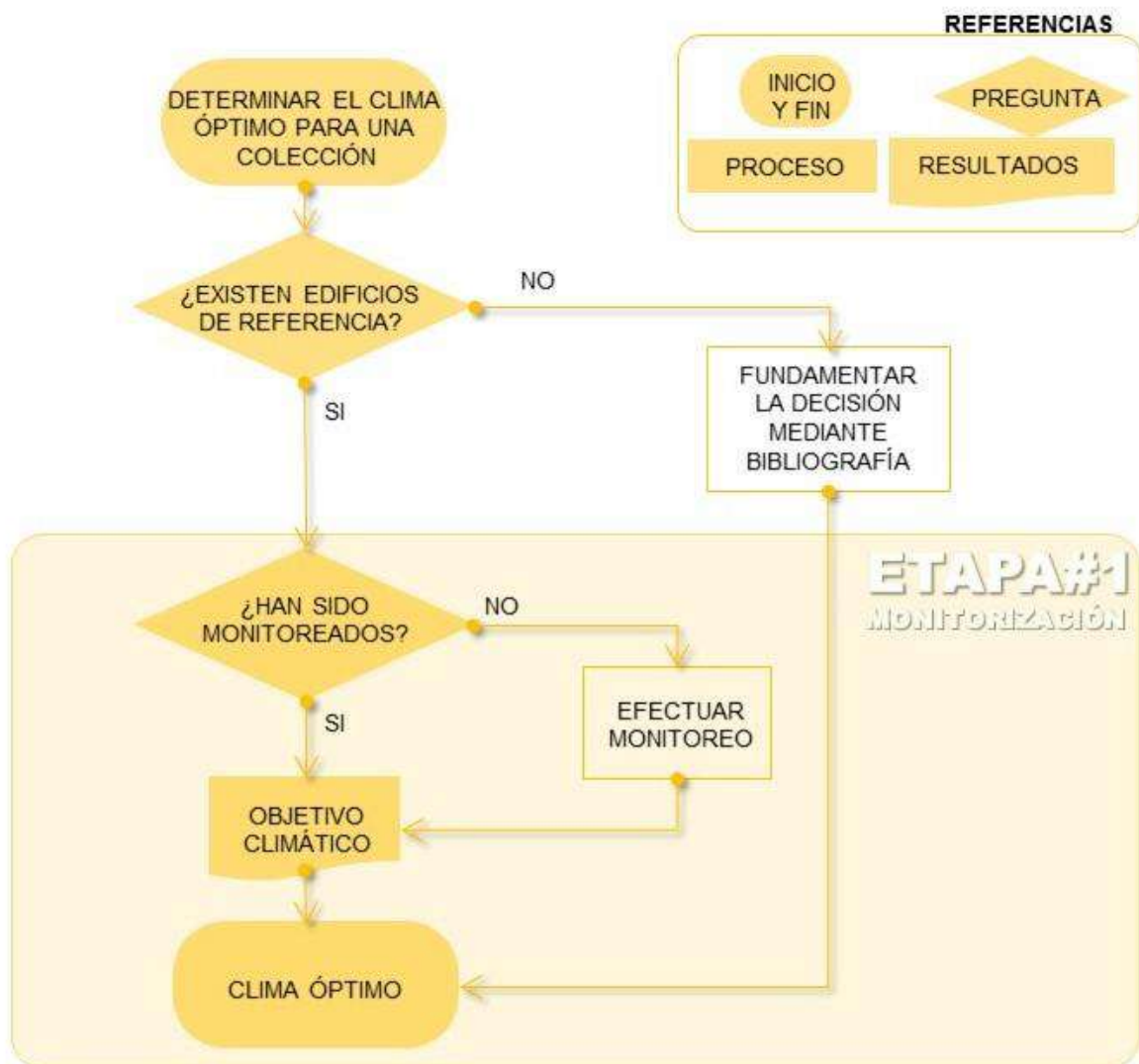


Figura 9-12. Diagrama de flujos para la obtención del objetivo climático.

Los datos crudos que nos facilita la biblioteca han sido obtenidos por un datalogger Testo 175H1 (Figura 9-11) que registra valores de temperatura en un rango de -20° a 55°C mediante un termistor NTC (*Negative Temperature Coefficient* o coeficiente de temperatura negativo). Este sensor, mide la variación de la resistividad que presenta un material semiconductor cuando varía la temperatura: los termistores NTC disminuyen la resistencia a medida que la temperatura aumenta. Este instrumento tiene una precisión de $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ y resolución de $0,1^{\circ}\text{C}$.

El dispositivo mide la humedad relativa con un sensor capacitivo que posee una exactitud de $\pm 2\%$ y resolución de $0,1\%$.

El sensor se ubica en un muro perimetral de la sala, que separa la biblioteca de otro espacio interior del Edificio, y por tanto este muro es presumiblemente adiabático. Sería preferible que

su ubicación fuera un espacio central para detectar las condiciones higrotérmicas de manera homogénea, pero por motivos de seguridad se ha fijado al muro lateral.

El intervalo de medición es de 61 segundos, lo que ocasiona el inconveniente de manipular 1416 registros diarios. Los archivos de monitorización se agrupan en dos: desde el 26 de octubre de 2015 al 5 de enero de 2016; y desde el 18 de mayo de 2016 al 20 de mayo de 2017. El segundo grupo es ideal para este análisis porque contiene los datos de todo un año, sin embargo, estos datos anuales no se han logrado procesar³. El diagrama resumen con los datos anuales se expone en el anexo. Para este estudio se ha utilizado el conjunto de datos de 71 días de invierno, útiles para obtener el objetivo climático para el período de invierno exclusivamente.

Como primera medida los datos se ordenan y se filtran de manera tal de descartar el 75% de la muestra y realizar el procedimiento con los datos cuyo intervalo sea de 5 minutos. De esta manera en vez de procesar 100.332 registros, se procesan 25.085 dando más agilidad al proceso. La Figura 9-13 muestra los datos de la monitorización con registros cada 5 minutos de la Biblioteca General, y la Figura 9-14 de la Sala Hemeroteca.

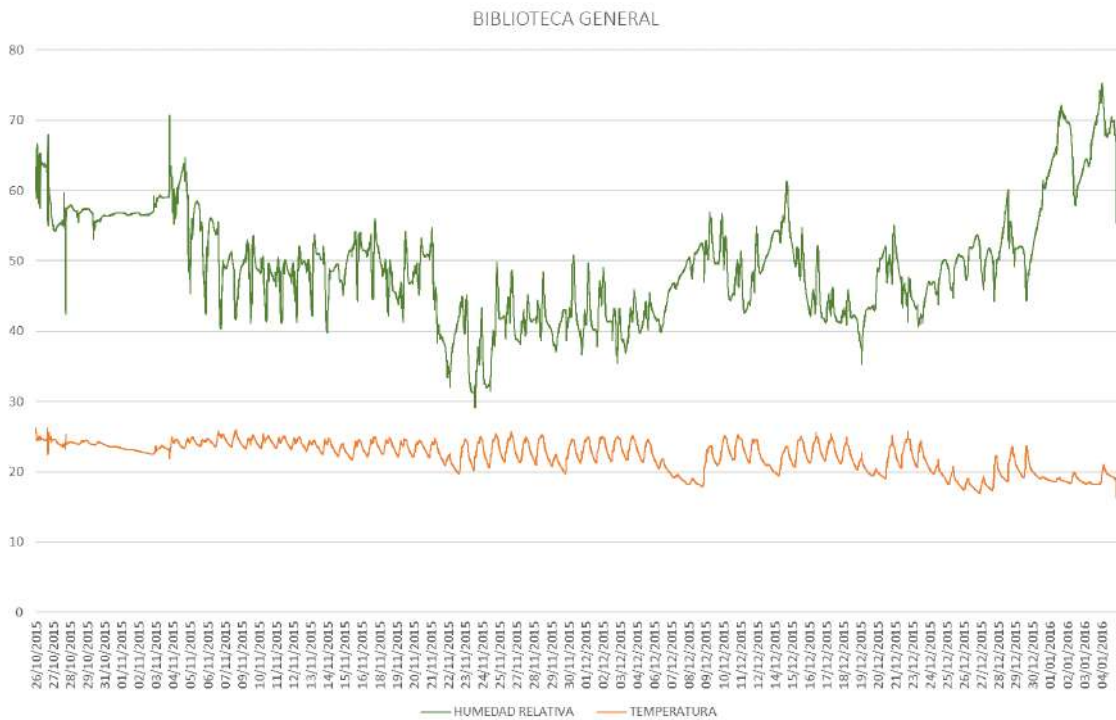


Figura 9-13. Datos de monitorización "Biblioteca General"

³ El archivo anual, en formato pdf, cuenta con 11.000 páginas y 520.000 registros por lo que no ha sido posible analizarlo en Excel.



Figura 9-14. Datos de monitorización "Hemeroteca".

El paso siguiente consiste en considerar para cada registro, su posición respecto de la media móvil a 30 días. Es decir que se calcula el promedio para cada variable (temperatura y humedad relativa) de todos los registros 15 días antes y 15 días después del instante para el que se calcula. En este caso, teniendo 12 registros por hora, 288 registros diarios, y 4320 registros en 15 días, el valor de la media móvil (M mov.) para el instante de medición R es igual a:

$$M_{mov} = \frac{[(R - 4320) + \dots + (R - 1) + R + (R + 1) + (R + 2) + \dots + (R + 4320)]}{8640 + 1}$$

Ecuación 9-1. Cálculo de la media móvil.

En la planilla de cálculo, y siguiendo el mismo criterio se debe destinar una columna al cálculo de la media móvil en la que se inscribe la fórmula, por ejemplo, para conocer la media móvil de la humedad relativa del registro #8123 de esta manera:

$$M_{mov}_{8123} = PROMEDIO(D3803:D12443)$$

Ecuación 9-2. Cálculo de la media móvil para Excel.

Siempre que en la columna "D" se encuentren los datos referentes a la humedad relativa. Una vez calculada la media móvil, la gráfica muestra cómo ésta suaviza las fluctuaciones a corto plazo y resalta los ciclos a largo plazo.

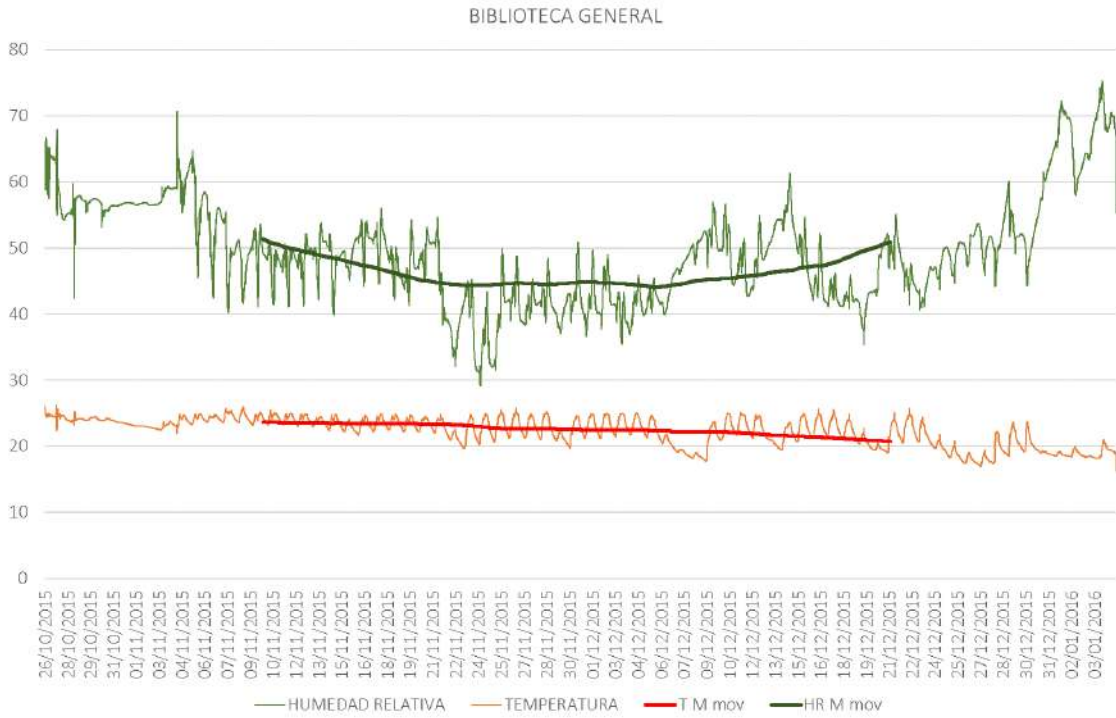


Figura 9-15. Media móvil "Biblioteca General"

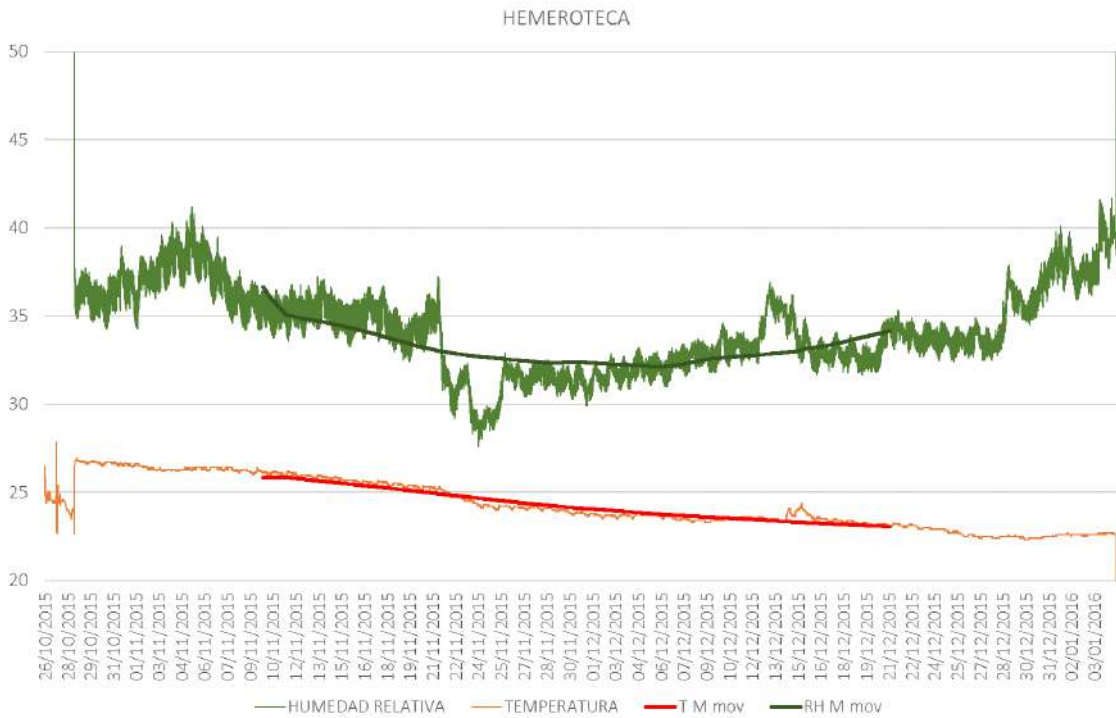


Figura 9-16. Media móvil "Hemeroteca".

El intervalo de referencia u objetivo climático, queda determinado por una banda cuyo ancho depende de las oscilaciones a las que la colección esté habituada, dejando fuera de éste intervalo el 14% de los valores que más se alejan de la media móvil. Como primera medida se calcula en cuánto se aleja cada registro de su media móvil calculada ($R_{8123} - Mmov_{8123}$). En una hoja de cálculo se puede destinar una columna a este fin. Si se ordenan estos desvíos,

el 7% de los valores más pequeños (desvíos negativos) y el 7% de los valores más grandes (desvíos positivos) deben excluirse.

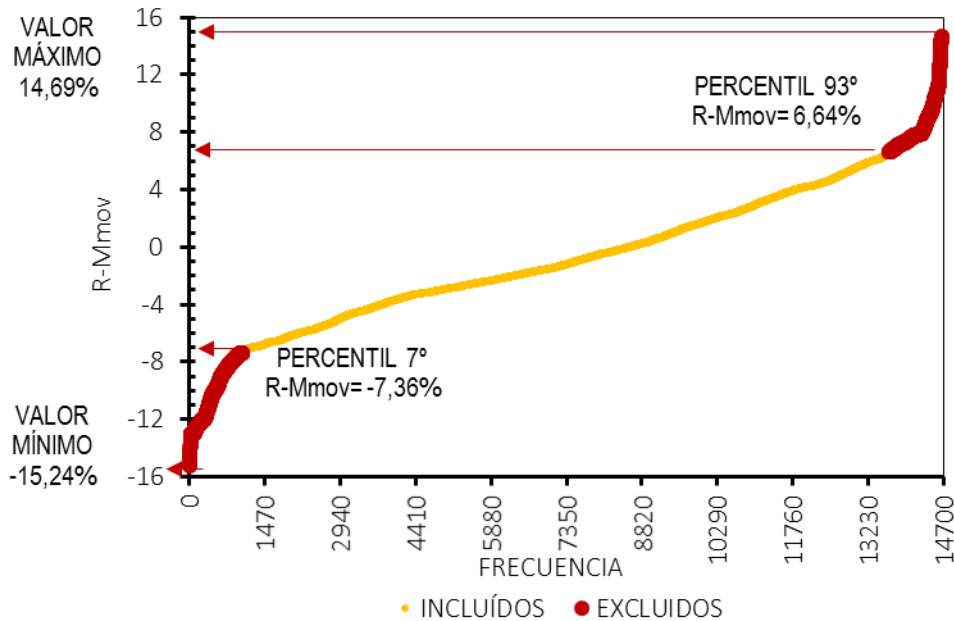


Figura 9-17. Exclusión de percentil 7º y 93º.

Entonces, la banda que limita el intervalo de referencia, tiene un límite inferior dado por la media móvil (M mov) más el valor del percentil 7º, y un límite superior delimitado por el valor de M mov más el valor del percentil 93º, y se calcula siguiendo la Ecuación 9-3.

$$INTERVALO_{límite inferior} = M_{mov} + 7^{\circ}perc$$

$$INTERVALO_{límite superior} = M_{mov} + 93^{\circ}perc$$

Ecuación 9-3. Límite superior e inferior del intervalo

El intervalo determinado por el límite inferior y superior de la Ecuación 9-3 contempla la aclimatación de los materiales según su historia. Sin embargo, hay límites de temperatura y humedad relativa que no deben ser superados bajo ningún concepto según la bibliografía. El criterio adoptado indica que el límite admisible máximo de temperatura no debe superar los 30°C (ASHRAE 2011), mientras que no es necesario establecer un límite mínimo, por tratarse de climas templados en los que difícilmente ocurra condensación superficial. La humedad relativa debe estar por encima del 45% para evitar el desecamiento del papel, y debajo de 70%, que es la humedad ambiental a la que comienza a ser factible la proliferación de hongos y esporas.

En la elaboración de la hoja de cálculo, se recomienda disponer columnas para calcular el límite máximo de temperatura, el límite mínimo de temperatura, el límite máximo de humedad relativa y el límite mínimo de humedad relativa. La inscripción para cada intervalo junto con las condicionantes es la siguiente:

$$TEMPERATURA_{límite inferior} = M_{mov} + 7^{\circ}perc$$

$$TEMPERATURA_{límite superior} = SI(M_{mov} + 93^{\circ}perc < 30; M_{mov} + 93^{\circ}perc; 30)$$

$$HUMEDAD RELATIVA_{límite inferior} = SI(M_{mov} + 7^{\circ}perc > 45; M_{mov} + 7^{\circ}perc; 45)$$

$$HUMEDAD RELATIVA_{límite superior} = SI(M_{mov} + 45 < 93^{\circ}perc < 70; M_{mov} + 93^{\circ}perc; 70)$$

Ecuación 9-4. Intervalo superior e inferior para temperatura y humedad relativa.

La fórmula “SI” va seguida de tres condiciones: la prueba lógica (si algo es verdadero); el valor resultante si la prueba es verdadera; y el valor a colocar si la prueba es falsa. Por ejemplo, “SI el valor de la media móvil de temperatura más el valor del percentil 93º es menor que 30; entonces colocar el valor de la media móvil de temperatura más el valor del percentil 93º; en caso contrario, colocar el valor 30”.

Una vez determinadas estas condiciones, los intervalos quedan delimitados como se muestra en la Figura 9-18 para la biblioteca general, donde se aprecia que los registros de humedad relativa están por debajo de la mínima esperada, y esta situación se da también en la hemeroteca (Figura 9-19), donde poseen dos deshumidificadores y los valores de humedad relativa son extremadamente bajos, y el límite superior de humedad relativa permanece irrelevante.

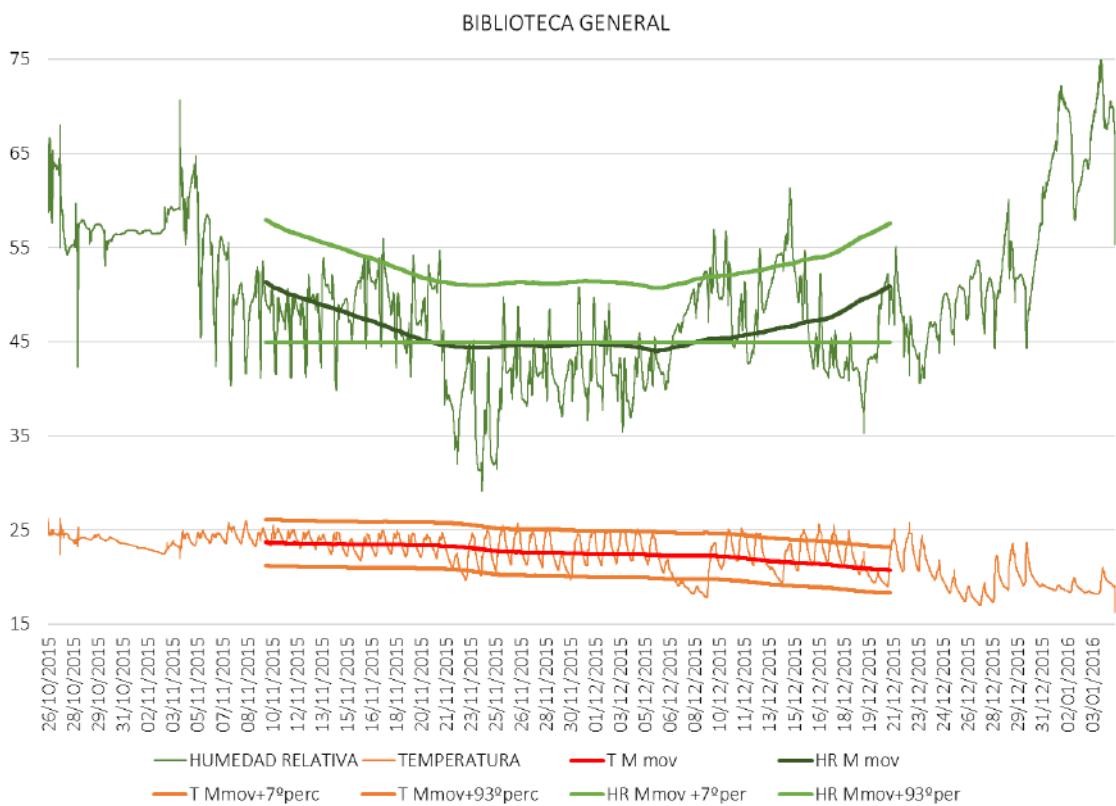


Figura 9-18. Intervalo climático para "Biblioteca General"

En ambos casos, a partir del 28/10 se observa un cambio repentino en la temperatura y la humedad relativa que puede atribuirse a dos fenómenos: o el traslado del datalogger desde un ambiente más fresco y húmedo a la hemeroteca, o al encendido del equipo de climatización, cuyo efecto combinado en la mezcla de aire provoca descenso de la humedad relativa mientras que la temperatura se eleva.

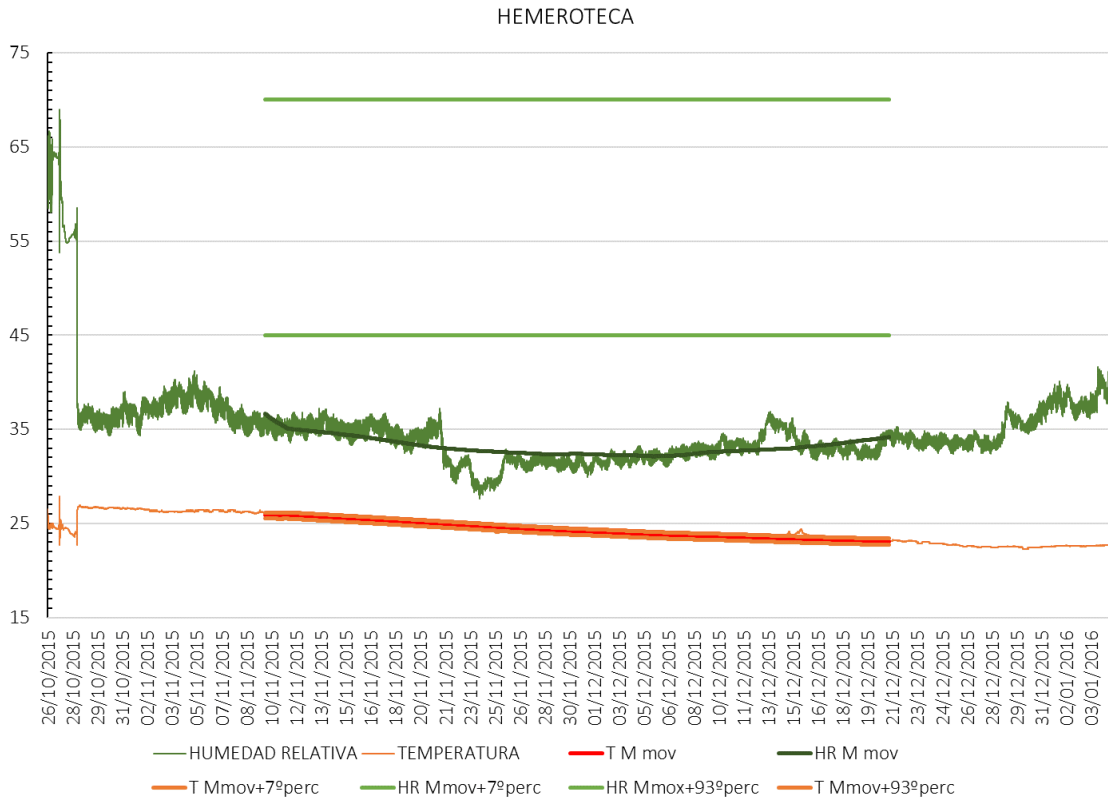


Figura 9-19. Intervalo climático para "Hemeroteca".

De la Figura 9-19 se puede interpretar que en la Hemeroteca, la temperatura se mantiene en un suave descenso desde 26 y 24°C, y esta sala no posee calefacción. Sin embargo, el hecho de ubicarse en un subsuelo de un edificio con masa de acumulación le aporta inercia intensa, y se percibe aún dos meses después de iniciado el invierno. La temperatura elevada provoca el descenso de la humedad relativa por debajo de los límites recomendados, y adicionalmente se activan dos deshumidificadores para acentuar este inconveniente. Para observar con más claridad este efecto, se calcula la relación de mezcla del aire para confeccionar un diagrama psicrométrico.

La relación de la humedad de la mezcla (MR) se mide en gramos de agua por kilogramo de aire (g/kg) y se utiliza para controlar la evaporación, condensación o mezcla de dos masas de aire (EN y CEN 2012, p. 10). La fórmula de Camuffo (Camuffo 1998) se utiliza para realizar este cálculo

$$MR \text{ (g/kg)} = 38,015 \times \frac{10^{\frac{7,65t}{243,12+t}} \times HR}{p - \left[0,06112 \times 10^{\frac{7,65t}{243,12+t}} \times HR \right]}$$

Ecuación 9-5. Relación de mezcla

Donde:

- MR es la relación de mezcla en gramos por kilogramo de aire,
- “t” es la temperatura de bulbo seco,
- “HR” es la humedad relativa, y
- “p” la presión atmosférica.

Esto se calcula para cada registro del DL y se obtiene el diagrama de la Figura 9-20, que contiene los registros interiores de la biblioteca y una referencia de la temperatura y relación de mezcla media diaria exterior de los meses de noviembre y diciembre de 2015 para Sevilla, recogida por la estación meteorológica del aeropuerto de Sevilla⁴.

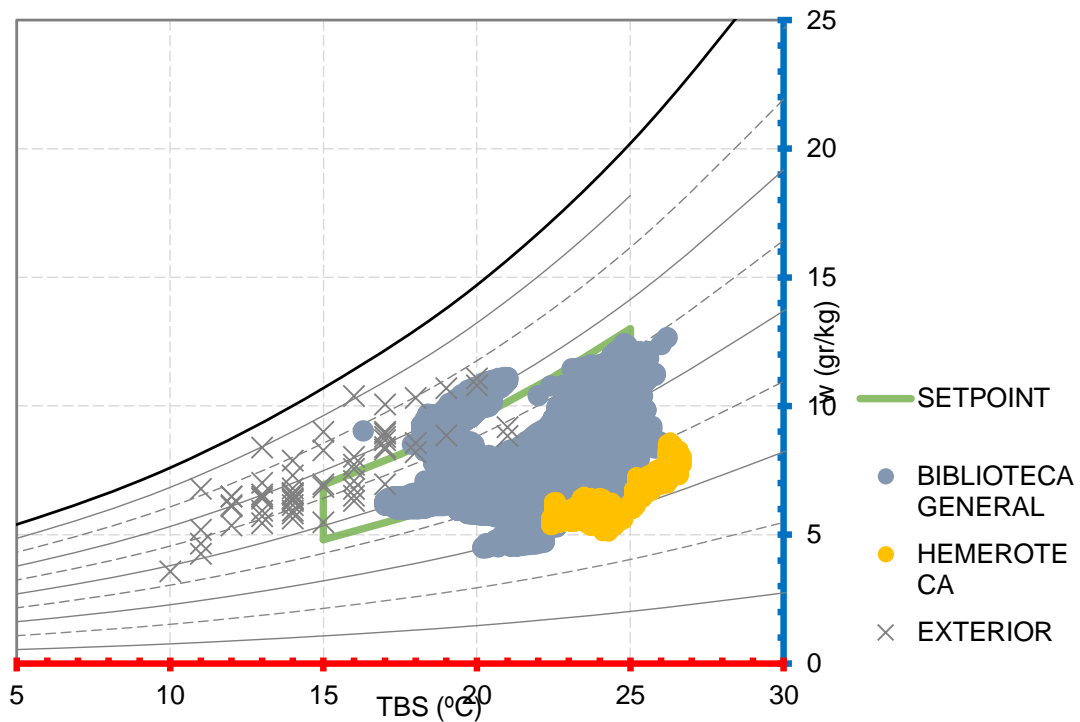


Figura 9-20. Diagrama psicrométrico para invierno Hemeroteca y biblioteca general

La conclusión que se obtiene del análisis de la Figura 9-20, es que, en la hemeroteca (en amarillo), la temperatura del aire oscila entre 22,3°C y 26,8°C, levemente superior a la temperatura de confort de las personas para invierno, pero sin ningún tipo de calefacción. La humedad relativa interior se ubica entre 27,6% y 41,6%, por debajo del límite mínimo adecuado para la conservación. A la misma condición de temperatura, si se detiene el

⁴ <https://www.wunderground.com/history/airport/LEZL/2016/> Weather Underground.

funcionamiento de los deshumidificadores, la humedad relativa podría alcanzar el nivel de 45% que sería más adecuado para las colecciones.

La interrupción del uso de los 2 equipos de deshumidificación de la hemeroteca en invierno, cuyo funcionamiento además incrementa incidentalmente la temperatura de los locales, implica un ahorro en el consumo de energía innecesario según lo expuesto ya que no atiende las necesidades de la colección que aloja, ni al confort de los usuarios y el personal.

La Figura 9-21 ejemplifica la situación final, en la que se simula un incremento del 10% de la humedad relativa en la hemeroteca producto del apagado de los deshumidificadores. Este incremento es aún demasiado conservador, ya que posiblemente el aumento sea mayor, pero se observa como el conjunto de puntos se aproxima a la zona delimitada con la línea verde, que representa la zona adecuada de conservación.

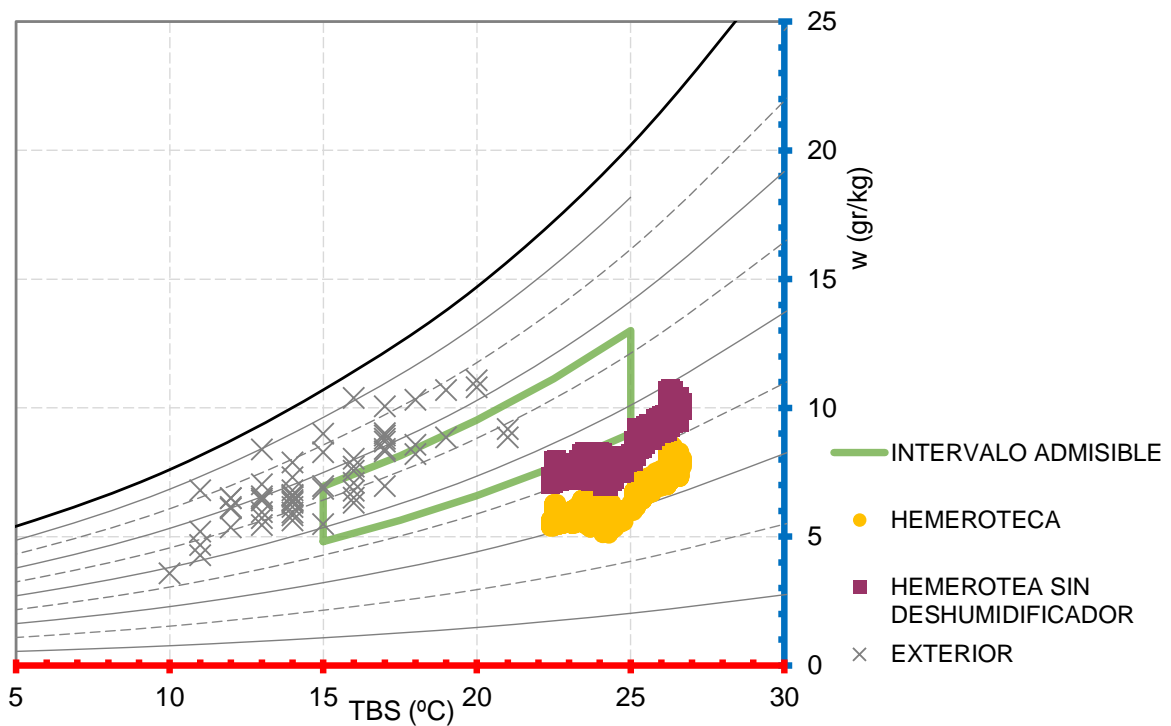


Figura 9-21. Diagrama psicrométrico Hemeroteca (sin calefacción).

Finalmente, la temperatura recomendada de configuración del equipo de climatización en invierno, para la sala de la biblioteca general, considerando la temperatura y la humedad relativa a la que ha permanecido en el edificio anterior es de 45% de humedad relativa y 23°C de temperatura.

10. CONCLUSIONES

El capítulo de conclusiones cierra la investigación dando respuesta a los interrogantes que la impulsaron. Se condensan los hallazgos alcanzados desde el aspecto técnico y metodológico, y la relevancia para la disciplina.

Las conclusiones se estructuran en 7 sub-temas: las respuestas a las preguntas de investigación, las conclusiones que derivan de la metodología utilizada e implementada; conclusiones al respecto del caso de estudio en La Plata, Argentina; conclusiones sobre el caso de estudio en Sevilla, España; la discusión sobre los resultados de los casos de estudio; el aporte que realiza este trabajo a la disciplina; y las líneas de investigación que pueden abrirse a partir del hallazgo de puntos desconocidos que se relacionan con la temática.

10.1 Respuestas a las preguntas de investigación

¿Cómo se determinan las condiciones de temperatura y humedad relativa que permiten extender la vida de las colecciones en guarda?

Las condiciones de temperatura y humedad relativa que permiten extender la vida útil de las colecciones no dependen del valor absoluto que asumen estas variables, sino del efecto dinámico que producen en los materiales las oscilaciones de ambas variables simultáneamente en un intervalo de tiempo. Esto limita la posibilidad de establecer un rango fijo universal, e impulsa el desarrollo de una metodología que incorpore todas las variables de desempeño higrotérmico que facilitan el alcance de ambientes de conservación con condiciones adecuadas.

La manera de conocer cuál es la condición de conservación recomendada para las colecciones se desarrolla en la ETAPA 1 de la investigación, que propone una metodología para relevar y analizar el clima hallado y para, a partir de este resultado, determinar cuál es el objetivo climático que se debería perseguir en cada sala.

¿Cuáles son los factores más influyentes de la piel de un edificio de conservación en el desempeño higrotérmico?

La ETAPA 2 de esta investigación propone una metodología orientada a la identificación de variables descriptoras de la envolvente, y un procedimiento de evaluación del microclima de las salas de conservación. De la combinación de ambas mediante técnicas de inferencia desarrolladas en la ETAPA 3 emergen cuáles son los factores más influyentes.

El estudio realizado ha permitido inferir los factores comunes en las bibliotecas con desempeño higrotérmico similar. A partir de este hallazgo se pueden predecir analogías en edificios que cuenten con características descriptoras de la envolvente similares.

Luego del análisis de los datos recogidos, se puede indicar que las características más influyentes son: la transparencia o porcentaje de envolvente vidriada; coeficiente de transmitancia térmica ponderado; el adosamiento o contacto con otros ambientes, y la pesadez o masa de los muros. La envolvente tiene mayor capacidad para afectar el índice de resiliencia, mientras que su efecto en el índice de posición es el débil.

¿En qué proporción se puede predecir el nivel de desempeño higrotérmico conociendo las características de la envolvente de las salas de edificios de conservación?

El objeto de estudio de esta investigación es la envolvente y su efecto en el microclima de conservación. Por este motivo, los resultados de este trabajo no contemplan otros factores como el comportamiento de los ocupantes como rutinas de ventilación, apertura de aberturas, cantidad de personal, cantidad de usuarios; ni la utilización de equipamiento de climatización suplementario, ya que en algunos casos existen equipo de aire central o calefactores.

Según los valores de coeficiente de regresión lineal hallados, las variables de la envolvente con mayor incidencia sólo logran predecir un 60% de los resultados, lo que indica que el 40% restante viene determinado por otro grupo de variables no evaluadas, por ejemplo, las mencionadas anteriormente. El hecho de que se estudien casos singulares impide desarrollar una regla que universalice este comportamiento, pero permite respaldar estrategias de diseño aplicables en obra nueva y en refacciones.

10.2 Conclusiones sobre la metodología utilizada

Esta tesis ha desarrollado un modelo que permite hallar los argumentos para la justificación de la selección de los factores más influyentes de la envolvente en el mejor desempeño higrotérmico de las salas de bibliotecas. Los factores más influyentes se fundamentan en el estudio del clima interior de casos reales y la relación de su desempeño higrotérmico con la envolvente.

- 1) Se desarrolla de una herramienta *ad hoc* que produce un informe destinado a la institución que provee la información. La aplicación del procedimiento desarrollado permite calcular el objetivo climático aplicable a cada estación del año.
- 2) El protocolo de monitorización basado en normativa, enriquecido con complementos recogidos de la práctica del trabajo de campo.
- 3) Se desarrolló un modelo que encauza los procedimientos desarrollados para conformar un flujo de acciones que simplifica la aplicación del trabajo en otras áreas. El modelo puede ser aplicado otros climas.
- 4) La validación del modelo ha permitido detectar los factores más influyentes de la envolvente que afectan el desempeño higrotérmico.
- 5) Las características de la envolvente no alcanzan a explicar el total de los fenómenos que determinan la temperatura y la humedad relativa interior. Si bien no es posible explicar el total de los fenómenos térmicos por medio del análisis de la envolvente, se logra cuantificar esta incerteza como medida de aproximación al diseño. De los tres índices de desempeño elaborados, es el índice de resiliencia el que más se ve influenciado por la envolvente.

- 6) Los rasgos de la envolvente que coinciden con el DHT satisfactorio permiten cuantificar en qué proporción se deben aplicar en el proyecto a optimizar.
- 7) La consolidación de la envolvente exterior según las condiciones exigibles actuales de acondicionamiento térmico implicaría una mejora sustancial en el ambiente de conservación
- 8) El contacto con salas adyacentes otorga una buena resiliencia. En espacios carentes de equipamiento de climatización, la disposición contenida entre salas de otros usos es una oportunidad de minimizar una de las causas de deterioro más significativa como son las oscilaciones diarias de T y HR.
- 9) El aporte realizado es un conjunto de pautas de diseño utilizable por profesionales de la construcción; y a la vez es un protocolo de evaluación útil para la autoevaluación de bibliotecas y otras instituciones con colecciones a conservar.
- 10) El documento generado explica los procesos de degradado que preocupan a los encargados de la Conservación en espacios culturales (museos, archivos y bibliotecas). Por lo que en este caso el aporte es formativo para los profesionales no expertos.
- 11) Se han automatizado numerosa cantidad de procedimientos, y esto repercute en la simplificación y reproducción de los métodos para cualquier institución con voluntad de llevar adelante un control ambiental de sus espacios.
- 12) Con respecto a la arquitectura pasiva y/o la eficiencia energética, el aporte radica en la comprobación práctica del efecto que ejerce la envolvente y la forma en el clima interior.

10.3 Conclusiones respecto del caso de estudio argentino

- 14) La validación del modelo en un caso de estudio en La Plata, Argentina, ha permitido detectar los factores más influyentes de la envolvente que afectan el desempeño higrotérmico de las salas de conservación. Esta detección es el resultado del análisis de una muestra de 11 instituciones y 33 salas que se utilizan para inferir un comportamiento similar en un edificio de nueva planta situado en la misma localidad. Los factores más influyentes se interpretan como pautas de diseño que pueden potenciar el efecto de la envolvente en el clima interior.
- 15) Dado que la muestra se encuentra en La Plata, en base al estudio del clima de la localidad, se destacan los principales parámetros climáticos y cuáles son las estrategias de climatización que permiten alcanzar el confort por medios pasivos.
- 16) El modelo se aplica a un tipo edilicio, la biblioteca, justificando su relevancia social, histórica y patrimonial para Universidad Nacional de La Plata. La muestra de 11 casos se selecciona tomando del universo de análisis los más relevantes: con el mayor volumen de su fondo documental, mayor la población de usuarios de grado y cantidad de personal.

17) La monitorización se realiza a partir de una serie de visitas previas a cada institución, entre 2011 y 2014, coordinada con las autoridades de las 11 bibliotecas, en cuatro campañas de un mes para cada estación del año

18) El análisis de los datos y la aplicación del procedimiento desarrollado ha permitido obtener para cada sala el objetivo climático aplicable a cada estación del año.

19) Luego del relevamiento edilicio de los casos de la muestra, se extraen las variables a contrastar aplicando los métodos pormenorizadamente explicados. Se evalúa el desempeño higrotérmico de cada sala para culminar la etapa de cálculos y evaluación, que sirve de insumo en la etapa siguiente.

20) Las inferencias muestran tres tipos de asociaciones de dependencia del edificio por sobre el desempeño higrotérmico: asociaciones moderadas a intensas, moderadas y leves. De acuerdo a su intensidad, es la fuerza con la que se puede predecir el desempeño conociendo la envolvente. Las características de la envolvente no alcanzan a explicar el total de los fenómenos que determinan la temperatura y la humedad relativa interior.

En este sentido se menciona nuevamente el estudio de de Wit y Augenbroe (2002), porque ellos observan que el análisis de confort térmico en edificio durante la etapa de diseño tiene dos grandes factores de incertidumbre: las infiltraciones de aire y la presión del aire exterior, y la estratificación del aire en el interior. En su estudio logran reducir la incertidumbre, incrementando el coeficiente de determinación de $R^2=0,5$ a $R^2=0,6$.

Si bien en esta investigación se han analizado casos reales mediante monitorización, y no con mediante simulación como en el caso de de Wit, que puede traer otras dificultades e incertezas; consideramos que, si bien es imposible pretender explicar el total de los fenómenos térmicos por medio del análisis de la envolvente, es importante haber logrado cuantificar esta incerteza como medida de aproximación al diseño.

21) En el análisis estacional se reduce la escala de la medición a invierno, verano, otoño y primavera, y se destacan algunas particularidades. Este análisis permite conocer las rutinas de uso y ventilación de cada sala, y, por tanto, enriquecer la evaluación para provecho de las instituciones que participan.

22) El análisis de los puntos fuera de rango, es un grado de análisis en detalle para observar los fenómenos que ocurren cuando no se cumplen las condiciones del objetivo climático. Este conocimiento es útil para afrontar cualquier proyecto de mitigación u optimización del desempeño higrotérmico en la biblioteca.

23) Para el caso de La Plata se han detectado las variables más influyentes en función de los valores de correlación alcanzados:

3 de ellas (transparencia, transmitancia térmica, asentamiento) con valores de $\approx 0,7$ respecto del DHT integral;

3 variables (equipamiento, pesadez y adosamiento) con valores entre 0,4 y 0,7 respecto del índice de resiliencia; y

4 variables con dependencia del DHT de leve a moderada respecto de la envolvente, con valores entre 0,1 y 0,4.

24) De los factores más influyentes se detecta además cuál es el valor de la variable independiente (o rasgo de la envolvente) que coincide con el DHT satisfactorio. Esta observación es clave para su implementación en instancias de proyecto o grandes renovaciones.

10.4 Conclusiones respecto del caso de estudio español

25) El modelo se valida para un caso en Sevilla, España, poniendo a prueba sólo la ETAPA 1 dado que el objetivo es obtener el objetivo climático de una sala de biblioteca frente a su traslado desde un edificio histórico a un edificio de nueva planta.

Otra de las salas para la que se calcula el objetivo climático es la Hemeroteca de la Facultad de Humanidades, que no está pendiente de traslado, sino que cuenta con dos deshumidificadores, y se buscó verificar su correcto funcionamiento.

26) La monitorización había sido realizada previamente por personal de la Universidad de Sevilla, por lo que sólo se realizó la determinación del Objetivo Climático, que permite informar al equipo de mantenimiento sobre la historia climática de la colección, para que ellos tomen la decisión de climatizarla según estos parámetros.

Para la biblioteca general, se observa que en invierno (el período monitorizado del que se han logrado procesar los datos) la temperatura es más elevada de lo esperable, y el uso de la calefacción provoca una reducción notable de la humedad relativa.

Para la hemeroteca, donde la humedad relativa es demasiado baja (promedio = 34,4%) se sugiere reprogramar los deshumidificadores y colocar un punto de consigna de los mismos más elevado.

27) Para el caso de Sevilla se realiza un análisis climático que ha permitido, al igual que con el caso argentino, detectar sus principales características, para relacionar el clima exterior con la condición interior hallada.

10.5 Discusión y comparación entre casos de estudio

28) El análisis del clima de La Plata y Sevilla permite a la vez compararlos para resaltar las principales semejanzas y diferencias. En La Plata, la mayor cantidad de humedad relativa aporta inercia térmica y por este motivo las amplitudes diarias son levemente menores que en

Sevilla, mientras que, en Sevilla, la radiación promedio duplica los valores de la estación meteorológica de La Plata, con picos en verano 27% superiores (720 W/m² en La Plata y 920 W/m² en Sevilla).

A pesar de estas diferencias, el análisis de las estrategias pasivas en el diagrama psicrométrico indica que, aplicando las mismas estrategias, se puede alcanzar la misma cantidad de horas de confort en ambas localidades. Para calefacción los grados día base 18°C (GraDía₁₈) en La Plata son 1210 mientras que en Sevilla el dato de IDAE es en base 20°C y el valor es 1122°C.

29) Para el caso de estudio en La Plata, donde el objetivo es conocer cuáles son los factores más influyentes de manera de utilizarlos como pautas de diseño aplicables a un nuevo proyecto, se obtiene que el valor de K' (transmitancia térmica ponderada) tiene una incidencia moderada a intensa en el DHT de las salas, pero especialmente en el índice de resiliencia o capacidad de la envolvente de amortiguar las oscilaciones diarias de temperatura y humedad relativa por debajo de la variación diaria máxima admisible, con un valor $r=-0,70$.

Este estudio se realiza en una muestra de casos construidos antes de la reglamentación de la normativa vigente, por lo que ninguna unidad de análisis tiene en sus partes componentes los valores de K máximos requeridos la misma, sino que mayores. Aun así, se observan buenos resultados con envolventes de coeficiente K entre 1,00 y 1,50 W/m²K, que, si bien no cumplen con la normativa, son los mejores valores obtenidos de la muestra. Esto permite predecir que la consolidación de la envolvente exterior según las condiciones exigibles actuales implicaría una mejora sustancial en el ambiente de conservación.

La nueva biblioteca Rector Machado de Sevilla, construida en cumplimiento del CTE, tiene como valor de transmitancia máximo admisible $K=0,80$ W/m² mientras que sus cerramientos tienen 0,64 y 0,68 W/m² por lo que esta condición permanece satisfecha.

30) En el caso de estudio de La Plata, la proporción reducida de envolvente vidriada al exterior aumenta las probabilidades de que el ambiente interior sea más resiliente (para IR, $r=-0,69$), y en menor medida que mantenga la posición de los valores adoptados (para IP, $r=-0,50$). Esta proporción debería limitarse al 6% en espacios de guarda, ya que es a partir de este valor donde se comienzan a obtener los mejores resultados ($IC \geq 0,60$). En salas de lectura y trabajo esta proporción puede aumentar en favor de la calidad lumínica de los espacios, sin embargo, no debería descuidarse la orientación ya que la radiación directa sobre el plano vidriado implica indefectiblemente, aumento de la temperatura interior.

31) El contacto con salas adyacentes otorga una buena resiliencia ($r=0,78$). En la muestra analizada, las salas con el 50% de su superficie envolvente adosada a otro ambiente contiguo mostraron mejor índice de resiliencia (73% con $IR>0,60$) respecto de las salas exentas. En espacios carentes de equipamiento de climatización, la disposición contenida entre salas de

otros usos es una oportunidad de minimizar una de las causas de deterioro más significativa como son las oscilaciones diarias de T y HR.

32) En relación a la pesadez, el 42% de la muestra tiene un índice de desempeño de 0,60 o superior, de estos casos, el 86% (12 casos) tienen envolventes cuyo peso promedio por unidad de superficie es superior a 400 Kg/m². Se encuentran en este grupo edificios de tipo histórico, con aberturas reducidas y muro de mampostería maciza de hasta 45cm. La recomendación respecto de la pesadez de la envolvente es mantener los valores promedio entre 400 y 500 Kg/m² ya que superando este valor se pierde la linealidad de la distribución, no se observa beneficio en desempeño, y se incrementa el costo de construcción y el peso propio del edificio.

33) Respecto de los usos y funciones que se desarrollan en el interior de las salas, es muy redituable discriminar entre las salas con usos de lectores y funcionarios de la biblioteca, con necesidades y demandas particulares, de las salas de guarda de materiales, ya que se observan mejores resultados en las salas en las que hay presencia reducida de personas. El límite en este aspecto lo determinará la institución, estableciendo entre sus prioridades la máxima penetración del usuario o la restricción con fines conservativos. En la Biblioteca Rector Machado, el fondo antiguo se encuentra en condiciones de guarda más estrictas que la colección de estantería abierta en la sala general.

10.6 Aporte realizado a la disciplina

El aporte realizado con esta investigación es un conjunto de pautas de diseño y por tanto, conveniente para arquitectos, diseñadores y profesionales de la construcción; y a la vez es un protocolo de evaluación útil para la autoevaluación de bibliotecas y otras instituciones con colecciones a conservar. Indirectamente el uso práctico de esta investigación podría ser utilizado por arquitectos, bibliotecarios y conservadores interesados en la inter disciplina en los siguientes aspectos:

34) Este documento explica los procesos de degrado que preocupan a los encargados de la Conservación en espacios culturales, tanto museos, archivos como bibliotecas, y pueden resultar lejanos para arquitectos y diseñadores que crean estos espacios. Por lo que en este caso el aporte es formativo para los arquitectos no expertos.

35) Desde el punto de vista metodológico, se automatiza numerosa cantidad de procedimientos que repercute en la simplificación y reproducción de los métodos para cualquier institución con voluntad de llevar adelante un control climático de sus espacios.

36) Para arquitectos interesados en arquitectura pasiva o en eficiencia energética el aporte radica en la comprobación práctica del efecto que ejerce la envolvente y la forma en el clima

interior, que, si bien para este trabajo el objetivo es alcanzar el objetivo climático de conservación de las colecciones, puede adaptarse para el confort humano.

10.7 Líneas de investigación abiertas, a desarrollar.

37) Dentro de las variables que no fueron evaluadas y que ameritan incluirse debido a la hipótesis de que sí tienen influencia se encuentran la cuantificación de infiltraciones de aire en las salas mediante. Para conocer el volumen de aire que ingresa a las estancias por pequeños intersticios de la envolvente se utiliza la prueba del Blower door, que a través de una abertura sellada herméticamente y provista de un extractor, se fuerza la eyección de aire a la vez que se mide la presión interior y exterior con un manómetro.

Asimismo, se considera apropiado un relevamiento del equipamiento complementario de climatización donde existiere; y las rutinas de comportamiento del personal que puedan incidir en el clima interior.

38) Este trabajo debería completarse con una metodología de diseño paramétrico que permita dosificar los criterios seleccionados como factores más influyentes hasta lograr un diseño optimizado que maximice el desempeño higrotérmico.

39) Una línea de investigación posible es el estudio del efecto de los factores más influyentes detectados en las bibliotecas y archivos analizados y su verificación en edificios de diferentes usos que requieran clima controlado como museos, establecimientos educativos, o de salud.

40) Promover el trabajo en equipos interdisciplinarios que incluyan a bibliotecarios, investigadores y unidades ejecutoras de proyectos para nutrir con experiencias de todas las áreas a las nuevas obras y proyectos. De esta manera se evita repetir errores, se ahorra tiempo de desarrollo de nuevas resoluciones, porque se conocen otras variantes posibles; y se tiene en cuenta al usuario de la institución y sus necesidades.

REFERENCIAS

- AGHEMO, C., FILIPPI, M. y PRATO, E., 1994. Ricerca bibliografica comprata sulle condizioni termoigrometriche per la conservazione delle opere d'arte. . Perugia: SGE, pp. 341-359.
- AGHEMO, C., FILIPPI, M. y PRATO, E., 1996. *Condizioni ambientali per la conservazione dei beni di interesse storico e artistico: ricerca bibliografica comparata*. S.I.: Comitato Giorgio Rota.
- AGNOLI, A., 2009. *Le piazze del sapere: biblioteche e libertà*. Roma: Laterza. Manuali Laterza. ISBN 978-88-420-8991-9.
- AGNOLI, A., 2011. *Caro sindaco, parliamo di biblioteche*. Milano: Editrice bibliografica. ISBN 978-88-7075-709-5.
- ALCHAPAR, N.L., CORREA, E.N. y CANTÓN, M.A., 2012. Índice de reflectancia solar de revestimientos verticales: potencial para la mitigación de la isla de calor urbana. *Ambiente Construído*, vol. 12, no. 3, pp. 107-123. ISSN 1678-8621.
- AMARILLA, B., 1994. La relación costo-calidad: algunos aspectos económicos del confort térmico. *Informes de la Construcción*, vol. 45, no. 429, pp. 49-60. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.
- ARAUJO, M., SILVA, M. y POBLETE, M., 2010. Criterios para la definición de umbrales. [en línea]. S.I.: [Consulta: 20 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.somuca.es/ServletDocument?document=142>.
- ARTIGAS, D.J., 2007. *A comparison of the efficacy and costs of different approaches to climate management in historic buildings and museums*. [en línea]. Pennsylvania: University of Pennsylvania. Disponible en: http://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=hp_theses.
- ASCIONE, F., DE MASI, R.F., DE ROSSI, F., RUGGIERO, S. y VANOLI, G.P., 2016. Optimization of building envelope design for nZEBs in Mediterranean climate: Performance analysis of residential case study. *Applied Energy*, vol. 183, pp. 938-957. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2016.09.027.
- ASHRAE, 2011. Chapter 23. Museums, galleries, archives, and libraries. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. *2011 ASHRAE Handbook HVAC Applications (SI Edition)*. Atlanta: ASHRAE, pp. 23.1–23.22. ISBN 978-1-936504-07-7.
- AZPIAZU, G.A., 2011. Historia de una interacción. *Planes directores, proyectos y obras 2004-2010* [en línea]. La Plata: s.n., pp. 17-21. Disponible en: http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/libro_plan_obras_introduccion.pdf.
- BARDOU, P. y ARZOUMANIAN, V., 1980. *Sol y arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili.
- BELL, L. y FAYE, B., 1980. *La concepción de los edificios de archivos en países tropicales*. Paris: Unesco. Documentación, bibliotecas y archivos. ISBN 978-92-3-301600-2 978-92-3-201600-3.
- BLASCO LUCAS, I., 2017. Thermal energy refurbishment of envelope in mass neighbourhood housing, located in semi-arid climate in Argentina. En: P. MERCADER-MOYANO (ed.), *Sustainable development and renovation in architecture , urbanism and engineering*. Sevilla: Springer International Publishing, pp. 351-360. ISBN 978-3-319-51441-3.
- BONVICINI, C., CORGNATI, S., FABI, V. y FILIPPI, M., 2010. Museums in historical buildings: actual and potential opportunities for microclimatic control. *Indoor environment and preservation: climate control in museums and historic buildings*. Firenze: Nardini, pp. 157-166. ISBN 8840443393.

- BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2012. *PD 5454:2012 Guide for the storage and exhibition of archival materials*. S.I.: s.n.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION., 2012. Specification for Managing Environmental Conditions for Cultural Collections. *Pas 198:2012*, pp. vi, 55 .
- BUNGE, M., 1995. *La ciencia : su método y su filosofía*. Buenos Aires : Editorial Sudamericana. ISBN 9500710439.
- CAMUFFO, D., 1998. *Microclimate for cultural heritage*. New York : Elsevier. ISBN 9780444829252.
- CAMUFFO, D., BERNARDI, A., STURARO, G. y VALENTINO, A., 2002. The microclimate inside the Pollaiolo and Botticelli rooms in the Uffizi Gallery, Florence. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 3, no. 2, pp. 155-161. DOI 10.1016/S1296-2074(02)01171-8.
- CANO ARROYO, D. y GONZÁLEZ LÓPEZ, M.J., 2014. *Fondo antiguo y archivo histórico de la biblioteca de la Universidad de Sevilla un plan de conservación preventiva adaptado a sus necesidades conservativas y funcionales*. [en línea]. Sevilla : Universidad de Sevilla. [Consulta: 2 mayo 2017]. Disponible en: <http://fama.us.es/record>.
- CEN, 2010. *UNE-EN 15758. Conservation of cultural property - procedures and instruments for measuring temperatures of the air and the surface of objects*. 2010. Bruxelles: Comité Europeo de Normalización.
- CEN, 2011. *UNE-EN 15757. Conservación del patrimonio cultural. Especificaciones de temperatura y humedad relativa para limitar los daños mecánicos causados por el clima a los materiales orgánicos higroscópicos*. 2011. Bruxelles: Comité Europeo de Normalización.
- CEN, 2012. *UNE-EN 16242. Conservation of cultural heritage – procedures and instruments for measuring humidity in the air and moisture exchanges between air and cultural property*. 2012. Bruxelles: Comité Europeo de Normalización.
- CHANTRELLE, F.P., LAHMIDI, H., KEILHOLZ, W., MANKIBI, M. EI y MICHEL, P., 2011. Development of a multicriteria tool for optimizing the renovation of buildings. *Applied Energy*, vol. 88, no. 4, pp. 1386-1394. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2010.10.002.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, 2013. Documento básico HE ahorro de energía. *Documento básico HE ahorro de energía* [en línea]. S.I.: s.n., pp. 1-70. ISBN RD 314/2006 - Orden FOM/163/2013. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>.
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, 2016. Documento básico HE ahorro de energía. *Documento básico HE ahorro de energía*. S.I.: s.n., pp. 1-70. ISBN RD 314/2006 - Orden FOM/163/2013.
- COMISIÓN EUROPEA, 2014. *Horizon 2020: El Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea* [en línea]. S.I.: s.n. ISBN 978-92-79-38915-3. Disponible en: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/horizon2020/files/H2020_ES_KI0213413ES_N.pdf.
- COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN, 2010. *15757:2011 Conservación del patrimonio cultural. Especificaciones de temperatura y humedad relativa para limitar los daños mecánicos causados por el clima a los materiales orgánicos higroscópicos*. 2010. S.I.: AENOR.
- CORGNATI, S.P., FABI, V. y FILIPPI, M., 2009. A methodology for microclimatic quality evaluation in museums: Application to a temporary exhibit. *Building and Environment*, vol. 44, no. 6, pp. 1253-1260. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2008.09.012.
- CORGNATI, S.P. y FILIPPI, M., 2010. Assessment of thermo-hygrometric quality in museums: Method and in-field application to the «Duccio di Buoninsegna» exhibition at Santa Maria della Scala (Siena, Italy). *Journal of Cultural Heritage*, vol. 11, no. 3, pp. 345-349. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2009.05.003.
- COSTANZO, S., CUSUMANO, A., GIACONIA, C. y GIACONIA, G., 2006. Preservation of the artistic heritage within the seat of the Chancellorship of the University of Palermo. *Building and Environment*, vol. 41, no. 12, pp. 1847-1859. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2005.06.010.
- CUNHA, G.M., 1988. *Métodos de evaluación para determinar las necesidades de conservación en bibliotecas y archivos: un estudio del RAMP con recomendaciones prácticas*. París: s.n. UNESCO.
- CZAJKOWSKI, J., 2012. *Trabajo práctico N° 11. Cátedra de Intalacions Czajkowski - Gómez - Calisto Aguilar. Instalaciones térmicas. Balance térmico de verano*. 2012. S.I.: www.arquinstal.com.ar.

- D'AGOSTINO, V., D'AMBROSIO ALFANO, F.R., PALELLA, B.I. y RICCIO, G., 2015. *The museum environment: A protocol for evaluation of microclimatic conditions*. mayo 2015. S.l.: s.n.
- DANIEL, V., PEARSON, C., COLE, I., GANTHER, W. y KING, S., 2000. Behaviour of museum buildings in tropical climates. *Studies in Conservation*, vol. 45, no. sup1, pp. 45-50. ISSN 0039-3630, 2047-0584. DOI 10.1179/sic.2000.45.Supplement-1.45.
- DE GUICHEN, G., 1999. La conservación preventiva: simple moda pasajera o cambio trascendental? *Museum Internacional*, vol. n°201 (51), pp. 4-6. ISSN 0250-4979.
- DE WIT, S. y AUGENBROE, G., 2002. Analysis of uncertainty in building design evaluations and its implications. *Energy and Buildings*, vol. 34, no. 9, pp. 951-958. ISSN 03787788. DOI 10.1016/S0378-7788(02)00070-1.
- DEPECKER, P., MENEZO, C., VIRGONE, J. y LEPEERS, S., 2001. *Design of buildings shape and energetic consumption*. junio 2001. S.l.: s.n.
- DIULIO, M. de la P., GARCÍA SANTA CRUZ, M. y GÓMEZ, A., 2015. Preventive Conservation Plan for Library Buildings in La Plata, Argentina. *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 1293-1298. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2015.11.143.
- DIULIO, M. de la P., GARCÍA SANTA CRUZ, M.G., HERNÁNDEZ, M., GÓMEZ, A. y CZAJKOWSKI, J.D., 2015. Monitoreo estival de condiciones ambientales en archivo de protocolos del Colegio Escribanos de Buenos Aires. [en línea]. La Plata: UNLP, pp. 0. ISBN 2469-1305. Disponible en: <http://congresos.unlp.edu.ar/index.php/CA/CA2015/paper/view/2970>.
- DIULIO, M. de la P. y GÓMEZ, A., 2014. Propuesta metodológica de evaluación higrotérmica para la conservación preventiva del papel. *Revista Hábitat Sustentable*, vol. 4, pp. 34-45. ISSN 0719-0700.
- DIULIO, M. de la P. y GÓMEZ, A.F., 2016. Definición de parámetros higrotérmicos locales para conservación preventiva en edificios culturales. *Acta del I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*. La Plata: s.n., pp. 341-350. ISBN 978-950-34-1344-9.
- DO CARMO, C.M.R. y CHRISTENSEN, T.H., 2016. Cluster analysis of residential heat load profiles and the role of technical and household characteristics. *Energy and Buildings*, vol. 125, pp. 171-180. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2016.04.079.
- DOMÍNGUEZ, S., SENDRA, J.J., LEÓN, A.L. y ESQUIVIAS, P.M., 2012. Towards Energy Demand Reduction in Social Housing Buildings: Envelope System Optimization Strategies. *Energies*, vol. 5, no. 12, pp. 2263-2287. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/en5072263.
- EN, 2010. 15758. *Conservation of cultural property - procedures and instruments for measuring temperatures of the air and the surface of objects*. 2010. S.l.: European Committee for Standardisation, Brussels.
- EN, 2012. 16242. *Conservation of cultural heritage – procedures and instruments for measuring humidity in the air and moisture exchanges between air and cultural property*. 2012. S.l.: European Committee for Standardisation, Brussels.
- EN y CEN, 2012. *UNE-EN 16242. Conservation of cultural heritage – procedures and instruments for measuring humidity in the air and moisture exchanges between air and cultural property*. 2012. Bruxelles: Comité Europeo de Normalización.
- FABBRI, K. y PRETELLI, M., 2014. Heritage buildings and historic microclimate without HVAC technology: Malatestiana Library in Cesena, Italy, UNESCO Memory of the World. *Energy and Buildings*, vol. 76, pp. 15-31. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2014.02.051.
- FERDYN-GRYGIEREK, J., 2016. Monitoring of indoor air parameters in large museum exhibition halls with and without air-conditioning systems. *Building and Environment*, vol. 107, pp. 113-126. ISSN 0360-1323. DOI 10.1016/j.buildenv.2016.07.024.
- FERNÁNDEZ LOUREIRO, E., 2011. *Estadística no paramétrica. A modo de introducción*. 2a. Buenos Aires: Ediciones Cooperativas. El número de oro. ISBN 987-98315-3-5.
- FLETCHER, M., ERKOREKA, A., GORSE, C., MARTIN, K. y SALA, J.M., 2015. Optimising Test Environment and Test Set Up for Characterizing Actual Thermal Performance of Building Components and Whole Buildings. *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 3264-3269. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2015.11.715.
- FOUSTALIERAKI, M., ASSIMAKOPOULOS, M.N., SANTAMOURIS, M. y PANGALOU, H., 2017.

- Energy performance of a medium scale green roof system installed on a commercial building using numerical and experimental data recorded during the cold period of the year. *Energy and Buildings*, vol. 135, pp. 33-38. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2016.10.056.
- FRIESS, W.A. y RAKHSHAN, K., 2017. A review of passive envelope measures for improved building energy efficiency in the UAE. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 72, pp. 485-496. ISSN 13640321. DOI 10.1016/j.rser.2017.01.026.
- GARCÍA-DIEGO, F.-J., VERTICCHIO, E., BELTRÁN, P. y SIANI, A., 2016. Assessment of the Minimum Sampling Frequency to Avoid Measurement Redundancy in Microclimate Field Surveys in Museum Buildings. *Sensors*, vol. 16, no. 8, pp. 1291. ISSN 1424-8220. DOI 10.3390/s16081291.
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, 2010. *Decreto reglamentario N° 1030/10 de la Ley N° 13059 «Condiciones de Acondicionamientos Térmico exigibles en la construcción de edificios»* [en línea]. julio 2010. S.I.: s.n. Disponible en: <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/10-1030.html>.
- GÓMEZ. ANALÍA, CORREDERA, C. y UGARTE, V., 2005. Museo del Holocausto (Shoa) - Fundación Memoria del Holocausto de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Mediciones higrotérmicas en la reserva. En: ENCAC (ed.), *ELACAC 2005. VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído*. Maceró - Brasil: s.n.,
- GÓMEZ, A., 2003. Evaluación del comportamiento higrotérmico en áreas de reserva y conservación de bienes culturales. Caso Museo Nacional del Grabado. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 7, pp. 05.49–05.53. ISSN 0329-5184.
- GÓMEZ, A. y REISSIG, É., 2008. Análisis de las Condiciones higrotérmicas de la Biblioteca del Museo de Instrumentos Musicales Dr. Emilio Azzarini de la UNLP. *V Jornadas Técnicas sobre: Conservación, Exhibición y Extensión educativa en Museos*. Córdoba: s.n.,
- GÓMEZ, A.F., CORREDERA, C. y UGARTE, V., 2005. Museo del holocausto (Shoa). Fundación memoria del Holocausto de la Ciudad de Buenos Aires. Mediciones higroérmicas de la reserva. *Actas de VIII ENCAC y VI ELACAC*. Maceió, AL: s.n.,
- GONZÁLEZ-GARCÍA DE VELASCO, C. y GONZÁLEZ VILCHES, M., 2013. La cimentación por arquerías invertidas en el edificio histórico de la Fábrica de Tabacos de la Universidad de Sevilla. *Informes de la construcción*, vol. 65, pp. 465-470. ISSN 0020-0883. DOI 10.3989/ic.12.064.
- GONZALO, G.E. y NOTA, V.M., 2003. *Manual de arquitectura bioclimática*. Argentina: Nobuko. ISBN 978-987-1135-07-3.
- HENRY, M., 2007. The heritage building envelope as a passive and active climate moderator: opportunities and issues in reducing dependency on air-conditioning. . Tenerife Spain: The Getty Conservation Institute,
- ICOM-CC, 2008. Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible. [en línea]. NuevaDelhi: Disponible en: http://ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2008_Terminologia_ICOM.pdf.
- IDAE, 2010. *Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización Edificios. Eficiencia y Ahorro Energético*. [en línea]. Guía nº 12. Madrid: IDAE. [Consulta: 13 mayo 2017]. ISBN 978-84-96680-56. Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf.
- IPCC, 2014. Anexo II Glosario. En: K.J. MACH, S. PLANTON y C. VON STECHOW (eds.), *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [en línea]. Ginebra: s.n., pp. 127-141. ISBN 9291693227. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1256/004316502320517344%5Cnhttp://www.nature.com/doi/10.1038/446727a>.
- IRAM, 1996. IRAM 11605. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. . S.I.:
- IRAM, 2002. IRAM 11601. Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. . S.I.:
- IRAM, 2004. IRAM 11659-1. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y

- datos para determinar la carga térmica de refrigeración. . S.I.:
- IRAM, 2012. IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. . S.I.:
- ISO 11799. Information and documentation - Document storage requirements for archive and library materials. , 2003. Standard. Switzerland: ISO.
- IZARD, J.L. y GUYOT, A., 1980. *Arquitectura bioclimática*. Barcelona: Gustavo Gili.
- JUAN, Y.-K., GAO, P. y WANG, J., 2010. A hybrid decision support system for sustainable office building renovation and energy performance improvement. *Energy and Buildings*, vol. 42, no. 3, pp. 290-297. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2009.09.006.
- KARMELOS, M., KIPRAKIS, A. y MAVROTAS, G., 2015. A multi-objective approach for optimal prioritization of energy efficiency measures in buildings: Model, software and case studies. *Applied Energy* [en línea], vol. 139, pp. 131-150. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2014.11.023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.11.023>.
- KERSCHNER, R., 1992. A practical approach to environmental requirements for collections in historic buildings. *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 31, no. 1, pp. 65-76.
- KRAMER, R., SCHELLEN, H. y VAN SCHIJNDEL, J., 2015. Energy Impact of ASHRAE's Museum Climate Classes: A Simulation Study on Four Museums with Different Quality of Envelopes. *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 1317-1322. DOI 10.1016/j.egypro.2015.11.147.
- KRAMER, R., VAN SCHIJNDEL, J. y SCHELLEN, H., 2017. Dynamic setpoint control for museum indoor climate conditioning integrating collection and comfort requirements: Development and energy impact for Europe. *Building and Environment*, vol. 118, pp. 14-31. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2017.03.028.
- KRAMER, R.P., MAAS, M.P.E., MARTENS, M.H.J., VAN SCHIJNDEL, A.W.M. y SCHELLEN, H.L., 2015. Energy conservation in museums using different setpoint strategies: A case study for a state-of-the-art museum using building simulations. *Applied Energy*, vol. 158, pp. 446-458. ISSN 0306-2619. DOI 10.1016/j.apenergy.2015.08.044.
- KRÜGER, E.L. y DINIZ, W., 2011. Relationship between indoor thermal comfort conditions and the Time Weighted Preservation Index (TWPI) in three Brazilian archives. *Applied Energy*, vol. 88, no. 3, pp. 712-723. ISSN 03062619. DOI 10.1016/j.apenergy.2010.09.011.
- LEGISLATURA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, 2003. *Ley N° 13059/03. Condiciones de acondicionamiento térmico exigibles en la construcción de los edificios*. [en línea]. abril 2003. S.I.: s.n. Disponible en: <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/legislacion/l-13059.html>.
- LITTLEMORE SCIENTIFIC ENGINEERING, 2015. *ELSEC Environmental Monitor User Manual* [en línea]. 2015. Gillingham - UK: s.n. [Consulta: 11 mayo 2017]. Disponible en: http://www.sperdirect.com/scart/public/database/repository/other/Instruction_Manuals/ELSEC765-i.pdf.
- LUCCHI, E., 2016a. Multidisciplinary risk-based analysis for supporting the decision making process on conservation, energy efficiency, and human comfort in museum buildings. *Journal of Cultural Heritage*, vol. 22, pp. 1079-1089. ISSN 12962074. DOI 10.1016/j.culher.2016.06.001.
- LUCCHI, E., 2016b. Simplified assessment method for environmental and energy quality in museum buildings. *Energy and Buildings*, vol. 117, pp. 216-229. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2016.02.037.
- MAEKAWA, S., BELTRAN, V., CARVALHO, C. y TOLEDO, F., 2011. Climate controls in a historic house museum in the tropics: a case study of collection care and human comfort. *International Preservation News - IFLA*, vol. 54, pp. 11-16. ISSN 0890-4960.
- MAEKAWA, S. y TOLEDO, F., 2001. Sustainable climate control for historic buildings in hot and humid regions. *PLEA 2001 - The 18th Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Florianopolis, Brazil: s.n.,
- MAEKAWA, S. y TOLEDO, F., 2011. A collection climate control system for an ethnographic storage of amuseum in north of Brazil. *International Preservation News - IFLA*, vol. 54, pp. 22-26. ISSN 0890-4960.
- MARTENS, M.H.J., 2012. *Climate risk assessment in museums : degradation risks determined from temperature and relative humidity data* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 13 mayo 2017]. Disponible

- en: <https://pure.tue.nl/ws/files/3542048/729797.pdf>.
- MARTENS, M.H.J., 2012. *Climate risk assessment in museums: degradation risks determined from temperature and relative humidity data*. Eindhoven: Technische Universiteit. ISBN 978-90-6814-645-5.
- MARTÍNEZ-MOLINA, A., TORT-AUSINA, I., CHO, S. y VIVANCOS, J.-L.J.-L., 2016. Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 61, pp. 70-85. DOI 10.1016/j.rser.2016.03.018.
- MEDJELEKH, D., ULMET, L., ABDOU, S. y DUBOIS, F., 2016. A field study of thermal and hygric inertia and its effects on indoor thermal comfort: Characterization of travertine stone envelope. *Building and Environment*, vol. 106, pp. 57-77. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2016.06.010.
- MÉNDEZ ECHENAGUCIA, T., CAPOZZOLI, A., CASCONI, Y. y SASSONE, M., 2015. The early design stage of a building envelope: Multi-objective search through heating, cooling and lighting energy performance analysis. *Applied Energy*, vol. 154, pp. 577-591. ISSN 0306-2619. DOI 10.1016/j.apenergy.2015.04.090.
- MERCADER-MOYANO, M. del P., 2010. *Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO2 producidas en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el protocolo de Kioto*. Sevilla: Universidad de Sevilla. ISBN 978-84-693-6606-6.
- MERCADER MOYANO, M. del P., OLIVARES SANTIAGO, M. y RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A., 2010. *Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO2 producidas en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el protocolo de Kioto*. Sevilla: Universidad de Sevilla. ISBN 978-84-693-6606-6.
- MICHALSKI, S., 2009a. *Humedad relativa incorrecta*. 2009. S.I.: © Canadian Conservation Institute (2009) © ICCROM (2009) (edición en español).
- MICHALSKI, S., 2009b. *Temperatura Incorrecta*. 2009. S.I.: © Canadian Conservation Institute. © ICCROM (2009) (edición en español).
- MONGHASEMI, S., NIKOO, M.R., KHAKSAR FASAEI, M.A. y ADAMOWSKI, J., 2015. A novel multi criteria decision making model for optimizing time–cost–quality trade-off problems in construction projects. *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 6, pp. 3089-3104. ISSN 09574174. DOI 10.1016/j.eswa.2014.11.032.
- MUÑOZ ÁLVAREZ, I., HIDALGO BRINQUIS, C. y ARGERICH FERNÁNDEZ, I., 2010. *Conservación preventiva y Plan de Gestión de Desastres en archivos y bibliotecas*. [Madrid]: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica. ISBN 9788481814477.
- MUÑOZ-GONZÁLEZ, C.M., LEÓN-RODRÍGUEZ, A.L. y NAVARRO-CASAS, J., 2014. No Title. En: FUNDACIÓN DE CASAS HISTÓRICAS Y SINGULARES y FUNDACIÓN ARSCIVILIS (eds.), *Actas del Congreso Internacional de Eficiencia Energética y Edificación Histórica*. Madrid: s.n., pp. 210-225. ISBN 978-84-617-3440-5.
- MUÑOZ-GONZÁLEZ, C.M., LEÓN-RODRÍGUEZ, A.L. y NAVARRO-CASAS, J., 2016. Air conditioning and passive environmental techniques in historic churches in Mediterranean climate. A proposed method to assess damage risk and thermal comfort pre-intervention, simulation-based. *Energy & Buildings*, vol. 130, pp. 567-577. DOI 10.1016/j.enbuild.2016.08.078.
- MUSCOGIURI, M., 2009. *Biblioteche: architettura e progetto: scenari e strategie di progettazione*. Santarcangelo di Romagna (Rimini): Maggioli. ISBN 978-88-387-4257-6.
- NAVARRO CASAS, J., 1999. *La arquitectura y... Introducción al acondicionamiento y las instalaciones*. 1º. Madrid: Bellisco. ISBN 8495279134.
- NAVIDI, W., 2006. *Estadística para ingenieros*. 1a. México: McGraw-Hill/Interamericana. ISBN 970-10-5629-9.
- NEGRO, E., CARDINALE, T., CARDINALE, N. y ROSPI, G., 2016. Italian Guidelines for Energy Performance of Cultural Heritage and Historical Buildings: The Case Study of the Sassi of Matera. *Energy Procedia*, vol. 97, pp. 7-14. ISSN 18766102. DOI 10.1016/j.egypro.2016.10.008.
- NEILA GONZÁLEZ, J. y BEDOYA FRUTOS, C., 1997. *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental*. Madrid: Editorial Munilla-Lería. ISBN 8489150206.
- ONU, 2015. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. 2015. New York: Asamblea General de la Naciones Unidas.

- ORELLANA, L., 2008. Regresión Lineal Simple. [en línea]. Buenos Aires. [Consulta: 16 mayo 2017]. Disponible en: [http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase regresion simple.pdf](http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase%20regresion%20simple.pdf).
- ORTIGUEIRA BOUZADA, M., 1983. *Sistemas y modelos*. Sevilla: Apuntes de economía de la empresa.
- PADFIELD, T., 2012. *An annotated summary of PD 5454:2012*. junio 2012. S.I.: s.n.
- PADFIELD, T. y LARSEN, P.K., 2004. HOW TO DESIGN MUSEUMS WITH A NATURALLY STABLE CLIMATE The evolution of museum buildings. ,
- PADFIELD, T., RYHL-SVENDSEN, M., LARSEN, P.K., JAKOBSEN, M. y JENSEN, L.A., 2014. *Conservation physics: Climate control in the archive of the Arnamagnaeian Institute* [en línea]. 2014. S.I.: s.n. Disponible en: <http://www.conservationphysics.org/arna/arnamagnaeian-archive.php>.
- PAVLOGEORGATOS, G., 2003. Environmental parameters in museums. *Building and Environment*, vol. 38, no. 12, pp. 1457-1462. ISSN 0360-1323. DOI 10.1016/S0360-1323(03)00113-6.
- PINTADO ANTÚNEZ, M., 2004. *Conservación preventiva en archivos y bibliotecas* [en línea]. Castelló : Diputació de Castelló. [Consulta: 21 mayo 2017]. ISBN 8496372030. Disponible en: <http://fama.us.es/record>.
- PISELLO, A.L., COTANA, F., NICOLINI, A. y BURATTI, C., 2014. Effect of dynamic characteristics of building envelope on thermal-energy performance in winter conditions: In field experiment. *Energy and Buildings*, vol. 80, pp. 218-230. ISSN 0378-7788. DOI 10.1016/j.enbuild.2014.05.017.
- PUENTE VIEDMA, C. de la, 2009. *Estadística descriptiva e inferencial y una introducción al método científico* [en línea]. Madrid : Editorial Complutense. [Consulta: 15 mayo 2017]. Disponible en: <http://fama.us.es/record>.
- RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A., 1989. *La teoría de sistemas al servicio del análisis de presupuestos de obras: (evaluación cibernética de sistemas multivariantes C.E.M.S.)*. Sevilla: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Sevilla. ISBN 978-84-505-8228-4.
- ROBERTI, F., OBEREGGER, U.F., LUCCHI, E. y TROI, A., 2017. Energy retrofit and conservation of a historic building using multi-objective optimization and an analytic hierarchy process. *Energy and Buildings*, vol. 138, pp. 1-10. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2016.12.028.
- ROMÁN, E., GÓMEZ, G. y DE LUXÁN, M., 2017. Urban Heat Island of Madrid and Its Influence over Urban Thermal Comfort. En: P. MERCADER-MOYANO (ed.), *Sustainable Development and Renovation in Architecture, Urbanism and Engineering* [en línea]. Cham: Springer International Publishing, pp. 415-425. ISBN 978-3-319-51442-0. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-51442-0_34.
- ROTA, M., CORGNATI, S. paolo y DI CORATO, L., 2015. *The museum in historical buildings: Energy and systems. The project of the Fondazione Musei Senesi*. mayo 2015. S.I.: s.n.
- SAHIN, C.D., COSKUN, T., ARSAN, Z.D. y AKKURT, G.G., 2016. Investigation of indoor microclimate of historic libraries for preventive conservation of manuscripts. Case Study: Tire Necip Paşa Library, İzmir-Turkey. *Sustainable Cities and Society*, vol. 30, pp. 66-78. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2016.11.002.
- SALVETTI, M.B., CZAJKOWSKI, J. y GÓMEZ, A., 2009. Análisis del comportamiento energético-ambiental en torre de viviendas en La Plata. *AVERMA*, vol. 13, pp. 5.127–5.133. ISSN 0329-5184.
- SÁNCHEZ HERNAMPÉREZ, A., 1993. La conservación en archivos y bibliotecas : problemática y perspectivas. *Revista General de Información y Documentación*, vol. 3, no. 2, pp. 243-249.
- SÁNCHEZ HERNAMPÉREZ, A., 1996. *Variables de deterioro ambiental: humedad relativa y calor*. 1996. S.I.: s.n.
- SÁNCHEZ HERNAMPÉREZ, A., 1999. *Políticas de conservación en bibliotecas*. S.I.: Arco Libros. ISBN 84-7635-393-6.
- SANTAMOURIS, M., 2014. On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. *Energy and Buildings*, vol. 82, pp. 100-113. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2014.07.022.
- SANTAMOURIS, M., PAPANIKOLAOU, N., LIVADA, I., KORONAKIS, I., GEORGAKIS, C., ARGIRIOU, A. y ASSIMAKOPOULOS, D., 2001. On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Solar Energy*, vol. 70, no. 3, pp. 201-216. ISSN 0038092X. DOI 10.1016/S0038-092X(00)00095-5.

- SCHULER, A., WEBER, C. y FAHL, U., 2000. Energy consumption for space heating of West-German households: empirical evidence, scenario projections and policy implications. *Energy Policy*, vol. 28, no. 12, pp. 877-894. ISSN 03014215. DOI 10.1016/S0301-4215(00)00074-4.
- SEBERA, D.K., 1994. *Isoperms: An Environmental Management Tool* [en línea]. junio 1994. S.l.: s.n. Disponible en: <http://cool.conservation-us.org/byauth/sebera/isoperm/>.
- SENDRA, J.J., DOMÍNGUEZ-AMARILLO, S., BUSTAMANTE, P. y LEÓN, A.L., 2013. Intervención energética en el sector residencial del sur de España: Retos actuales. *Informes de la Construcción*, vol. 65, pp. 457-464. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.13.074.
- SERRA FLORENSA, R. y COCH ROURA, H., 1995. *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Edicions UPC. ISBN 978-84-7653-505-9.
- SILVA, H.E. y HENRIQUES, F.M.A., 2015. Preventive conservation of historic buildings in temperate climates. The importance of a risk-based analysis on the decision-making process. *Energy and Buildings*, vol. 107, pp. 26-36. ISSN 0378-7788. DOI 10.1016/j.enbuild.2015.07.067.
- SILVA, H.E. y HENRIQUES, F.M.A.A., 2014. Microclimatic analysis of historic buildings: A new methodology for temperate climates. *Building and Environment*, vol. 82, pp. 381-387. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2014.09.005.
- SILVA, H.E., HENRIQUES, F.M.A., HENRIQUES, T.A.S. y COELHO, G., 2016. A sequential process to assess and optimize the indoor climate in museums. *Building and Environment*, vol. 104, pp. 21-34. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2016.04.023.
- SIMANCAS ALARCÓN, L., 2013. Intervenciones en edificaciones objeto de cambio de uso. Bibliotecas públicas de la provincia de Barcelona : análisis de los edificios ubicados en Barcelona 1994-2004. *Tesis Doctorals en Xarxa* [en línea], [Consulta: 21 mayo 2017]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/134799>.
- SOYGUDER, S. y ALLI, H., 2009. An expert system for the humidity and temperature control in HVAC systems using ANFIS and optimization with Fuzzy Modeling Approach. *Energy and Buildings*, vol. 41, no. 8, pp. 814-822. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2009.03.003.
- SUÁREZ, R. y FRAGOSO, J., 2016. Estrategias pasivas de optimización energética de la vivienda social en clima mediterráneo. *Informes de la Construcción*, vol. 68, no. 541, pp. e136. ISSN 1988-3234. DOI 10.3989/ic.15.050.
- TACÓN CLAVAÍN, J., 2008. *La conservación en archivos y bibliotecas prevención y protección*. Madrid: Ollero y Ramos. ISBN 978-84-7895-252-6.
- TAMAYO Y TAMAYO, M., 1981. *El proceso de la investigación científica: Fundamentos de investigación*. 1a. ed. 6°. México: Limusa. ISBN 978-968-18-1265-2.
- TEIXEIRA COELHO, C.M. y DE CARVALHO, C.S., 2012. The conservation assessment as a tool for Cultural Heritage identification, monitoring and evaluation. *6th International Seminar on Urban Conservation. Measuring Heritage Conservation Performance*. Recife- Brasil: © 2012 CECI & ICCROM, pp. 270. ISBN 978-92-9077-230-9.
- TERA SAAVEDRA, M.R., 2014. Patrimonio cultural , investigación e innovación en el marco del Horizonte 2020. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* [en línea], no. 22, pp. 2-5. Disponible en: <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/3520%3E>.
- THOMSON, G., 1978. *El Museo y su entorno*. Tres Cantos (Madrid): Akal. ISBN 978-84-460-0622-0.
- TRIANA, M.A., LAMBERTS, R. y SASSI, P., 2015. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. *Energy Policy*, vol. 87, pp. 524-541. DOI 10.1016/j.enpol.2015.08.041.
- TSE, E.K. y TSUI, W., 2016. Understanding storage environmental stability during power outages: A key issue in sub-tropical climates. *Studies in Conservation*, vol. 61, no. sup1, pp. 31-36. ISSN 0039-3630, 2047-0584. DOI 10.1080/00393630.2016.1166906.
- UNI, 1997. 10586. Condizione climatiche per ambienti di conservazione di documenti grafici e caratteristiche degli alloggiamenti. . Milano:
- UNI, 1999. 10829. *Condizioni ambientali di conservazione, misurazione ed analisi*. 1999. Milano: Norma Italiana. Milano: Ente Nazionale di Unificazione. CTI - Comitato Termotecnico Italiano.
- UNI, 2002. 10969 Beni culturali - Principi generali per la scelta e il controllo del microclima per la conservazione dei beni culturali in ambienti interni. . Milano:

- UNI, 2004. 11120 Beni culturali - Misurazione in campo della temperatura dell'aria e della superficie dei manufatti. . Milano:
- UNI, 2005. 11131. Beni culturali - Misurazione in campo dell'umidità dell'aria. . Milano:
- Universidad Nacional de La Plata* [en línea], 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www2.biblio.unlp.edu.ar/intranet/formularios-estadisticos/instituciones/unlp>.
- Weather Data for Simulation | EnergyPlus. *www.energyplus.net*, 2016.
- ŽIVKOVIĆ, V. y DŽIKIĆ, V., 2015. Return to basics—Environmental management for museum collections and historic houses. *Energy and Buildings*, vol. 95, pp. 116-123. ISSN 0378-7788. DOI 10.1016/j.enbuild.2014.11.023.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Publicaciones con criterio de búsqueda 1.....	17
Figura 1-2. Publicaciones con criterio de búsqueda 2.....	18
Figura 1-3. Publicaciones con criterio de búsqueda 3.....	18
Figura 2-1. Ejemplo de las Clases climáticas de ASHRAE. Fuente: Martens 2012.....	33
Figura 2-2: Referencias por área según etapa.....	54
Figura 2-3. Origen de las publicaciones referenciadas.....	55
Figura 5-1. Procedimiento monitorización puntual.....	66
Figura 5-2. Procedimiento elección instrumental.....	68
Figura 5-3. Procedimiento para la revisión del instrumental.....	69
Figura 5-4. Procedimiento para la configuración y lectura del instrumental.....	70
Figura 5-5. Datos de monitorización.....	72
Figura 5-6. Cálculo de la media móvil.....	73
Figura 5-7. Cálculo de los percentiles a excluir.....	74
Figura 5-8. Exclusión de valores extremos.....	74
Figura 5-9. Calculo de la Banda climática correspondiente.....	75
Figura 5-10. Valores de configuración del equipamiento.....	75
Figura 6-1: Comparación datos climáticos exteriores. Verano.....	79
Figura 6-2: Comparación de datos climáticos exteriores. Invierno.....	80
Figura 6-3. Carta psicométrica en condiciones comparadas.....	80
Figura 6-4. Distribución de frecuencia comparada para HR según ubicación para invierno y verano.....	82
Figura 6-5. Distribución de frecuencia comparada para T según ubicación para invierno y verano.....	82
Figura 6-6. Efecto del asentamiento. Monitorización ColEscBA.....	88
Figura 6-7. Índices de desempeño higrotérmico compuesto por IP, IR e IC.....	95
Figura 6-8: Posición respecto de los valores de referencia.....	96
Figura 6-9. Ejemplo de variación diaria de dos salas con diferente IR.....	97
Figura 6-10. Índice de resiliencia según amplitud diaria.....	98
Figura 6-11. Índice de comportamiento como combinación de IP e IR.....	99
Figura 6-12. Índice de comportamiento calculado.....	100
Figura 6-13. Diagrama optimización de Pareto.....	102
Figura 6-14. Gráfico de dispersión para determinación de índice de desempeño higrotérmico.....	103
Figura 6-15. Detección de los puntos fuera de rango.....	105
Figura 6-16. Ejemplo distribución de la muestra para adopción del umbral límite.....	108
Figura 6-17. Distribución de DHT de los Casos de Estudio La Plata.....	108
Figura 7-1. Entorno SPSS, vista de variables, y vista de datos.....	114
Figura 7-2. Ubicación de variables en tabla cruzada.....	115
Figura 7-3. Configuración de tabla de contingencia en SPSS.....	115

Figura 7-4. Diagrama de flujos propuesto para la optimización del modelo.	120
Figura 8-1: T y HR promedio horaria para cada mes del año. Fuente: CC6.	125
Figura 8-2: Temperatura y radiación horaria media, diurna.	126
Figura 8-3: Diagrama psicrométrico para La Plata. Fuente: CC6.	127
Figura 8-4: Temperatura y humedad relativa para la Ciudad de La Plata.	128
Figura 8-5: Clima de un año típico promedio para La Plata.	128
Figura 8-6: relación entre compacidad y el índice de desempeño.	135
Figura 8-7. Regresión lineal entre DHT y pesadez.	136
Figura 8-8. Regresión lineal entre precisión y adosamiento.	138
Figura 8-9. Regresión lineal entre transparencia y DHT.	138
Figura 8-10. Regresión lineal entre transmitancia térmica y DHT.	139
Figura 8-11: índice de posición de cada estación acumulado ordenado.	144
Figura 8-12: Distribución acumulada por estación.	144
Figura 8-13: índice de resiliencia para cada estación ordenado.	145
Figura 8-14. Índice de resiliencia acumulado para cada estación.	146
Figura 8-15: Puntos fuera de rango. Verano.	147
Figura 8-16: Puntos fuera de rango. Otoño.	147
Figura 8-17: Puntos fuera de rango. Invierno.	148
Figura 8-18: Puntos fuera de rango. Primavera.	148
Figura 8-19. Esquema de correlaciones según índice.	151
Figura 8-20. Esquema resumen de resultados.	152
Figura 9-1. Sevilla. Ubicación de Fábrica de Tabacos y Biblioteca Rector Machado.	155
Figura 9-2. Sistema de monitorización climático en tiempo real.	156
Figura 9-3. T y HR promedio horaria para cada mes del año. Sevilla. Fuente: CC6.	157
Figura 9-4. Temperatura seca y húmeda y radiación para Sevilla. fuente: CC6.	158
Figura 9-5: Diagrama psicrométrico con estrategias Caso Sevilla. fuente CC6.	159
Figura 9-6. Planimetría de la Real Fábrica de Tabacos.	160
Figura 9-7. Real Fábrica de Tabacos. Fachada ppal. (iz.) fachada Sur (der.)	160
Figura 9-8. Planimetría nueva Biblioteca Rector Marchado y Núñez.	161
Figura 9-9. Fachada (iz.) e interior (der.) de la nueva Biblioteca.	162
Figura 9-10. Sala de lectura Biblioteca Rector Machado.	163
Figura 9-11. Hemeroteca Biblioteca Humanidades.	163
Figura 9-12. Diagrama de flujos para la obtención del objetivo climático.	164
Figura 9-13. Datos de monitorización "Biblioteca General"	165
Figura 9-14. Datos de monitorización "Hemeroteca".	166
Figura 9-15. Media móvil "Biblioteca General"	167
Figura 9-16. Media móvil "Hemeroteca".	167
Figura 9-17. Exclusión de percentil 7º y 93º.	168
Figura 9-18. Intervalo climático para "Biblioteca General"	170
Figura 9-19. Intervalo climático para "Hemeroteca"	170
Figura 9-20. Diagrama psicrométrico para invierno Hemeroteca y biblioteca general.	172
Figura 9-21. Diagrama psicrométrico Hemeroteca (sin calefacción).	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Resumen esquemático de la investigación.	21
Tabla 2-1. Antecedentes bibliográficos.....	29
Tabla 2-2. Normativa internacional sobre T y HR en conservación.....	30
Tabla 2-3. Clases climáticas de ASHRAE. Fuente ASHRAE Handbook (2011).....	34
Tabla 2-4. Publicaciones sobre monitorización aplicada a conservación preventiva	39
Tabla 2-5. Referencias de intervalos de monitorización.....	40
Tabla 2-6. Aportes acerca del objetivo climático.	43
Tabla 2-7. Efecto de la envolvente sobre el clima interior	46
Tabla 2-8. Herramientas de evaluación del DHT en Conservación Preventiva.....	50
Tabla 2-9. Variantes de modelos de decisión.....	53
Tabla 5-1. Requerimientos mínimos de los instrumentos de medición de temperatura.	67
Tabla 5-2. Requerimientos mínimos de los instrumentos de medición de la humedad relativa.	68
Tabla 6-1: Resumen comparativo de datos para la variable "Ubicación".	81
Tabla 6-2. Ejemplos de edificios clasificados según las categorías propuestas.....	85
Tabla 6-3. Desviación estándar y efecto del asentamiento.	88
Tabla 6-4. Indicadores de evaluación utilizados.	109
Tabla 7-1. Ejemplo interpretación tabla de contingencia.....	116
Tabla 7-2. Símbolos del diagrama de flujos.....	120
Tabla 8-1: Bibliotecas de la UNLP. http://www2.biblio.unlp.edu.ar Consultado el 4/11/2016.	130
Tabla 8-2. Períodos de monitorización.	131
Tabla 8-3. Cálculos de las variables independientes para la muestra.....	132
Tabla 8-4. Evaluación de los Índices de DHT para la muestra.....	133
Tabla 8-5. Prueba de correlación para Ubicación y DHT.....	134
Tabla 8-6. Prueba de correlación entre Antigüedad y DHT.....	134
Tabla 8-7. Asociación entre asentamiento y DHT.	137
Tabla 8-8. Prueba de correlación entre Uso de la Sala y DHT	140
Tabla 8-9: Tabla de contingencia. Relación entre índice de desempeño de invierno y calefacción...	140
Tabla 8-10: Tabla de contingencia. Relación entre IP e IR para calefacción	141
Tabla 8-11: Tabla de contingencia. Relación entre IC de verano y AA.	141
Tabla 8-12: Tabla de contingencia. Relación entre IP e IR verano y AA.....	142
Tabla 8-13: Tabla de contingencia. Relación entre índice de DHT de otoño y AA.....	142
Tabla 8-14: Tabla de contingencia. Relación entre índice de DHT de primavera y calefacción.....	143
Tabla 8-15. Resultado correlaciones obtenidas.....	149
Tabla 9-1: Caracterización y exigencias de aberturas para la Zona B4-CTE.....	157
Tabla 9-2. T y HR media mensual para Sevilla. Fuente: CTE.	157
Tabla A1-1. Análisis estacional de verano. Caso Bibliotecas La Plata.....	197
Tabla A1-2 Análisis estacional de otoño. Caso Bibliotecas La Plata.....	198
Tabla A1-3. Análisis estacional de invierno. Caso Bibliotecas La Plata.	199
Tabla A1-4. Análisis estacional de primavera. Caso Bibliotecas La Plata.....	200
Tabla A2-1. Monitorización anual Hemeroteca US.....	202
Tabla A2-2. Monitorización anual Biblioteca General US.	203
Tabla A2-3. Resumen de datos. Caso Hemeroteca.	204
Tabla A2-4. Resumen de datos. Caso Biblioteca General.....	206

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 6-1: coeficiente de compacidad	91
Ecuación 6-2: pesadez	92
Ecuación 6-3: Coeficiente de asentamiento	92
Ecuación 6-4: Coeficiente de adosamiento	92
Ecuación 6-5: coeficiente de transparencia	93
Ecuación 6-6: Resistencia térmica.....	93
Ecuación 6-7: Resistencia térmica total.....	93
Ecuación 6-8: Relación inversa entre resistencia y transmitancia teórica.	94
Ecuación 6-9: Coeficiente de transmitancia térmica K ponderado.	94
Ecuación 6-10. Índice de precisión.	95
Ecuación 6-11. índice de resiliencia.	97
Ecuación 6-12: Índice de comportamiento.....	100
Ecuación 6-13. Frente de Pareto, coordenadas para el eje X.....	101
Ecuación 6-14. Frente de Pareto. Coordenadas para el eje Y.	102
Ecuación 6-15: índice de posición estacional.....	104
Ecuación 6-16: índice de resiliencia estacional.	104
Ecuación 6-17: Índice de desempeño estacional.	104
Ecuación 6-18: Puntos de temperatura fuera de rango por exceso.....	106
Ecuación 6-19: puntos de temperatura fuera de rango por defecto	106
Ecuación 6-20: puntos de humedad relativa fuera de rango por exceso.....	106
Ecuación 6-21: puntos de humedad relativa fuera de rango por defecto.	107
Ecuación 7-1. Nomenclatura coeficiente de correlación en Excel.	117
Ecuación 9-1. Cálculo de la media móvil.	166
Ecuación 9-2. Cálculo de la media móvil para Excel.	166
Ecuación 9-3. Límite superior e inferior del intervalo.....	168
Ecuación 9-4. Intervalo superior e inferior para temperatura y humedad relativa.	169
Ecuación 9-5. Relación de mezcla.....	171

ANEXOS

ANEXO 1 Resultados análisis estacional

SALA: unidad de análisis

IP: índice de posición

IR: índice de resiliencia

IC: índice de comportamiento

T+: grados de temperatura que superan el máximo admisible

T-: grados de temperatura por debajo del mínimo admisible

HR+: humedad relativa que superan el máximo admisible

HR-: humedad relativa por debajo del máximo admisible

VERANO							
SALA	I.P.	I.R.	I.C.	T+	T-	HR+	HR-
01_1_VITRI	0,00	0,79	0,40	1261	0	0	-141
01_2_DEPO	0,50	0,71	0,61	408	0	72	-44
01_3_SALALECT	0,45	0,00	0,23	490	0	164	-43
01_4_SANCHEZV	0,23	1,00	0,62	1020	0	0	-22
01_5_FARINÍ	0,02	1,00	0,51	1166	0	0	0
01_6_JVGON	0,00	0,71	0,36	1606	0	0	-1953
01_7_COSTAAL	0,13	0,93	0,53	936	0	0	-64
02_1_DEPO2	0,00	1,00	0,50	2756	0	27	0
02_2_REF	0,00	0,44	0,22	2983	0	1	-756
02_3_COL	0,00	0,72	0,36	3335	0	0	-233
02_4_COL	0,00	0,89	0,45	3417	0	8	-36
02_5_DEP	0,00	0,50	0,25	4045	0	0	-549
03_1_COL	0,37	0,40	0,39	911	0	271	-193
03_2_DEPO	0,74	0,96	0,85	121	0	968	0
03_3_MUSE	0,35	0,68	0,52	678	0	1158	-11
04_1_SALA	0,20	0,84	0,52	937	0	0	-702
04_2_DEPO	0,34	0,32	0,33	1578	0	16	-1222
05_1_ADMI	0,09	0,37	0,23	2246	0	1783	-57
05_2_ESTA	0,07	0,37	0,22	2413	0	1236	-34
05_3_ESTA	0,05	0,21	0,13	3123	0	229	-107
06_1_DIRE	0,00	0,32	0,16	1626	0	1173	-429
06_2_ESTA	0,00	0,42	0,21	1816	0	1057	-83
06_3_SUBS	0,00	0,53	0,27	1154	0	1148	0
07_1_ESTA	0,08	0,22	0,15	1605	0	926	-8
07_2_OFI	0,18	0,33	0,26	1007	0	2416	-1
07_3_ESTA	0,03	0,22	0,13	2127	0	142	-218
08_1_ESTA	0,01	0,44	0,23	2940	0	24	-215
08_2_OFI	0,01	0,44	0,23	2883	0	50	-291
09_1_SALA	0,00	0,74	0,37	3034	0	138	0
09_2_REVI	0,00	0,84	0,42	3603	0	66	0
09_3_REVI	0,00	0,53	0,27	4714	0	9	0
10_1_ARC	0,13	0,57	0,35	751	0	12	-769
11_1_MUS	0,33	0,79	0,56	648	0	0	-315

Tabla A1-1. Análisis estacional de verano. Caso Bibliotecas La Plata.

OTOÑO							
SALA	I.P.	I.R.	I.C.	T+	T-	HR+	HR-
01_1_VITRI	0,00	1,00	0,50	625	0	0	0
01_2_DEPO	0,76	0,82	0,79	41	0	85	0
01_3_SALALECT	0,37	0,18	0,28	269	0	205	-1
01_4_SANCHEZV	0,57	1,00	0,79	100	0	0	0
01_5_FARINÍ	0,35	1,00	0,68	160	0	0	0
01_6_JVGON	0,00	0,82	0,41	762	0	0	-483
01_7_COSTAAL	0,58	0,91	0,75	78	0	0	-64
02_1_DEPO2	0,63	1,00	0,82	30	0	0	-679
02_2_REF	0,79	0,84	0,82	32	0	0	-1294
02_3_COL	0,87	0,96	0,92	0	0	60	-679
02_4_COL	0,90	0,96	0,93	0	0	58	-301
02_5_DEP	0,63	0,84	0,74	341	0	70	-994
03_1_COL	0,43	0,32	0,38	0	0	2601	0
03_2_DEPO	0,86	0,88	0,87	0	0	314	-50
03_3_MUSE	0,30	0,92	0,61	0	0	4958	0
04_1_SALA	0,47	0,52	0,50	0	0	2106	-1
04_2_DEPO	0,87	0,92	0,90	0	0	0	-556
05_1_ADMI	0,51	0,56	0,54	404	0	25	-764
05_2_ESTA	0,50	0,25	0,38	402	0	0	-733
05_3_ESTA	0,51	0,13	0,32	543	0	0	-541
06_1_DIRE	0,84	0,88	0,86	15	0	9	-926
06_2_ESTA	0,53	0,40	0,47	0	0	1843	-196
06_3_SUBS	0,85	0,92	0,89	0	0	60	-1040
07_1_ESTA	0,47	0,38	0,43	0	0	4033	-199
07_2_OFI	0,39	0,23	0,31	0	-1	5497	-174
07_3_ESTA	0,63	0,38	0,51	0	0	1827	-175
08_1_ESTA	0,86	0,39	0,63	0	0	186	-222
08_2_OFI	0,85	0,36	0,61	0	0	185	-365
09_1_SALA	0,48	0,64	0,56	191	0	0	-333
09_2_REVI	0,13	0,91	0,52	501	0	0	-424
09_3_REVI	0,15	0,45	0,30	737	0	0	-274
10_1_ARC	0,49	0,69	0,59	288	0	0	-47
11_1_MUS	0,99	0,73	0,86	1	0	0	0

Tabla A1-2. Análisis estacional de otoño. Caso bibliotecas de La Plata

INVIERNO							
SALA	I.P.	I.R.	I.C.	T+	T-	HR+	HR-
01_1_VITRI	1,00	0,81	0,91	0	0	0	0
01_2_DEPO	0,39	0,81	0,60	0	-203	2497	-212
01_3_SALALECT	0,50	0,13	0,32	176	0	392	-500
01_4_SANCHEZV	0,27	1,00	0,57	0	-2	3181	0
01_5_FARINÍ	1,00	0,97	0,99	0	0	1	0
01_6_JVGON	0,65	0,31	0,48	0	0	238	-765
01_7_COSTAAL	0,99	1,00	1,00	0	0	2	0
02_1_DEPO2	1,00	0,88	0,94	0	0	0	-1
02_2_REF	0,40	0,75	0,58	2	0	11	-8719
02_3_COL	0,65	0,85	0,75	0	0	15	-1808
02_4_COL	0,91	0,93	0,92	0	0	184	-51
02_5_DEP	0,44	0,83	0,64	243	0	59	-3898
03_1_COL	0,19	0,30	0,25	0	0	4843	0
03_2_DEPO	0,84	0,91	0,88	0	0	0	-559
03_3_MUSE	0,01	0,83	0,42	0	0	12871	0
04_1_SALA	0,72	0,39	0,56	0	-7	917	0
04_2_DEPO	0,92	0,83	0,88	0	0	2	-78
05_1_ADMI	0,72	0,21	0,47	0	-96	407	-124
05_2_ESTA	0,57	0,16	0,37	181	-86	244	-1396
05_3_ESTA	0,74	0,16	0,45	2	-162	204	-111
06_1_DIRE	0,64	0,32	0,48	0	0	10	-1378
06_2_ESTA	0,69	0,42	0,56	0	0	1	-1469
06_3_SUBS	0,63	0,84	0,74	0	0	0	-1954
07_1_ESTA	0,13	0,00	0,07	69	0	0	-7668
07_2_OFI	0,26	0,00	0,13	11	0	0	-6359
07_3_ESTA	0,13	0,00	0,07	13	0	0	-8168
08_1_ESTA	0,82	0,45	0,64	0	0	0	-389
08_2_OFI	0,78	0,30	0,54	0	0	0	-520
09_1_SALA	0,97	0,52	0,75	0	0	26	-3
09_2_REVI	0,94	0,81	0,88	0	0	17	-40
09_3_REVI	0,55	0,95	0,75	0	0	827	0
10_1_ARC	0,65	0,50	0,58	0	-259	306	-185
11_1_MUS	0,80	0,32	0,56	0	-10	0	-733

Tabla A1-3. Análisis estacional de invierno. Caso bibliotecas de La Plata.

PRIMAVERA							
SALA	I.P.	I.R.	I.C.	T+	T-	HR+	HR-
01_1_VITRI	0,87	1,00	0,94	33	0	0	0
01_2_DEPO	0,66	1,00	0,83	0	0	693	0
01_3_SALALECT	0,70	0,00	0,35	45	0	294	0
01_4_SANCHEZV	0,62	1,00	0,81	0	0	609	0
01_5_FARINÍ	-	-	-	0	0	0	0
01_6_JVGON	0,86	1,00	0,93	36	0	0	0
01_7_COSTAAL	0,99	1,00	1,00	0	0	1	0
02_1_DEPO2	0,95	0,86	0,91	0	0	0	-6
02_2_REF	0,17	0,64	0,41	101	0	0	-3176
02_3_COL	0,57	1,00	0,79	0	0	0	-1201
02_4_COL	0,86	1,00	0,93	0	0	0	-83
02_5_DEP	0,22	0,93	0,58	96	0	0	-2601
03_1_COL	0,54	0,22	0,38	10	0	1014	0
03_2_DEPO	0,97	0,94	0,96	1	0	0	0
03_3_MUSE	0,09	0,78	0,44	0	0	3550	0
04_1_SALA	0,75	0,44	0,60	123	0	212	-56
04_2_DEPO	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0
05_1_ADMI	0,94	0,21	0,58	0	0	0	-40
05_2_ESTA	0,89	0,14	0,52	1	0	0	-78
05_3_ESTA	0,72	0,00	0,36	49	0	0	-288
06_1_DIRE	0,63	0,36	0,50	2	0	0	-982
06_2_ESTA	0,59	0,93	0,76	3	0	0	-932
06_3_SUBS	0,62	0,71	0,67	0	0	0	-1225
07_1_ESTA	0,55	0,14	0,35	41	0	91	-1845
07_2_OFI	0,66	0,00	0,33	9	0	439	-1367
07_3_ESTA	0,55	0,14	0,35	47	0	0	-2402
08_1_ESTA	0,49	0,29	0,39	1065	0	2	-185
08_2_OFI	0,48	0,29	0,39	1517	0	212	-115
09_1_SALA	0,95	0,86	0,91	0	0	0	-70
09_2_REVI	0,80	1,00	0,90	0	0	0	-156
09_3_REVI	0,94	0,50	0,72	12	0	0	-26
10_1_ARC	0,55	0,28	0,42	10	0	0	-1223
11_1_MUS	0,79	0,71	0,75	23	0	0	-1292

Tabla A1-4. Análisis estacional de primavera. Caso bibliotecas de La Plata.

ANEXO 2 Monitorización Caso de Estudio Sevilla

Nombre del instrumento:	19/05/2017 10:51:43				
Termohigrómetro n1 Hemeroteca					
Inicio: 16/05/2016 2:54:58	HR (%)	Mínimo	Máximo	Promedio	Valores límite
Fin: 19/05/2017 10:12:21		28,20	54,10	36,76	0,0/100,0
Canales de medición: 2	TEMP (°C)	19,50	30,40	24,99	-20,0/55,0
Vista med.: 521664					
SN 40347609					

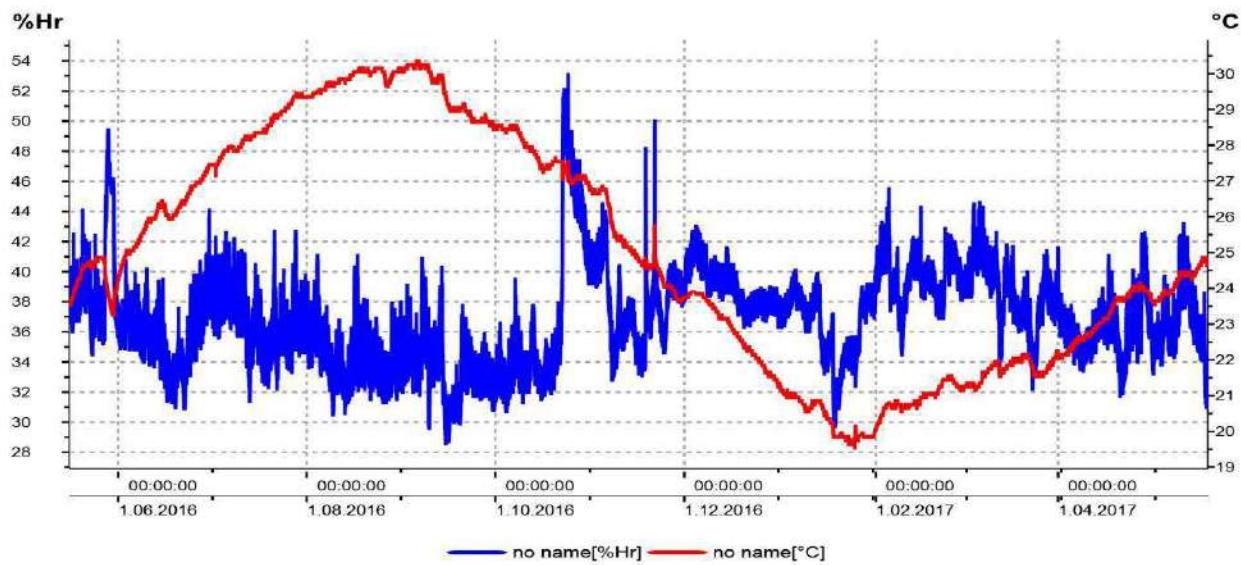


Tabla A2-1. Monitorización anual Hemeroteca US

Nombre del instrumento: Termohigrómetro n°3 Biblioteca General		22/05/2017 12:31:19			
Inicio: 18/05/2016 23:15:41		Mínimo	Máximo	Promedio	Valores límite
Fin: 22/05/2017 11:58:24	HR (%)	21,20	82,10	44,10	0,0/100,0
Canales de medición: 2	TEMP (°C)	15,20	36,40	24,61	-20,0/55,0
Vista med.: 521984					
SN 40347614					

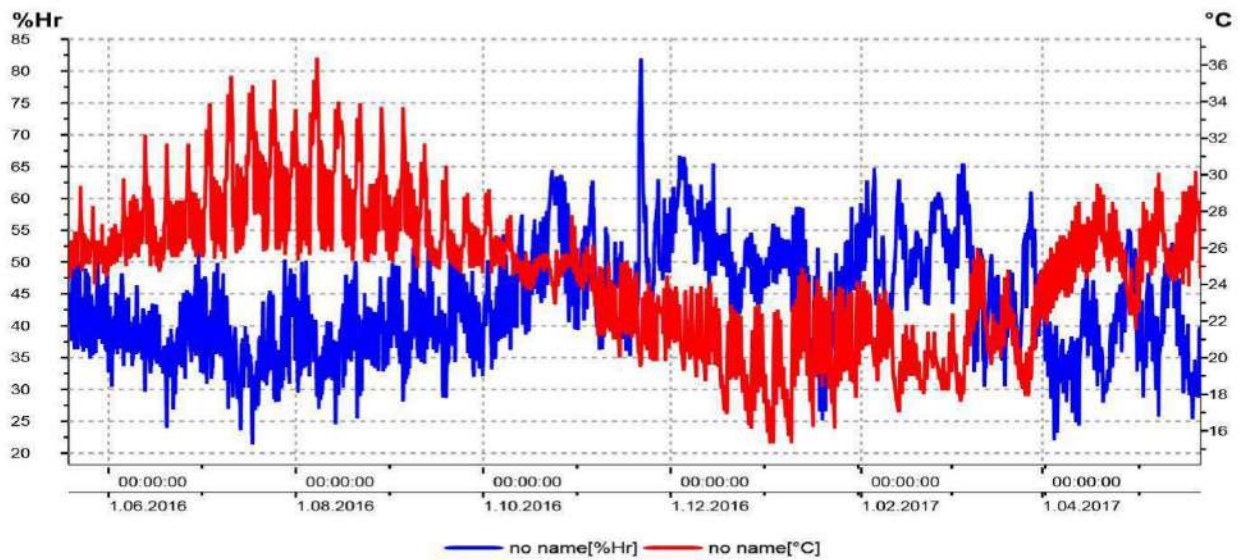


Tabla A2-2. Monitorización anual Biblioteca General US.

Tabla A2-3. Resumen de datos, caso hemeroteca

FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	
	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
27/10/2015	24,55	0,39	59,45	3,90
28/10/2015	25,25	1,44	46,27	9,72
29/10/2015	26,70	0,06	36,14	0,75
30/10/2015	26,64	0,07	35,68	0,68
31/10/2015	26,60	0,06	36,66	0,88
1/11/2015	26,54	0,05	36,39	0,96
2/11/2015	26,35	0,06	37,18	0,52
3/11/2015	26,28	0,04	37,83	0,95
4/11/2015	26,28	0,05	38,26	0,96
5/11/2015	26,36	0,05	38,58	1,10
6/11/2015	26,36	0,05	37,75	1,08
7/11/2015	26,34	0,07	36,56	1,04
8/11/2015	26,25	0,06	35,57	0,79
9/11/2015	26,16	0,07	35,52	0,71
10/11/2015	26,10	0,07	35,05	0,64
11/11/2015	26,05	0,08	35,09	0,70
12/11/2015	25,95	0,06	35,08	0,69
13/11/2015	25,87	0,08	35,44	0,69
14/11/2015	25,78	0,05	35,17	0,75
15/11/2015	25,69	0,04	34,50	0,67
16/11/2015	25,56	0,07	34,88	0,66
17/11/2015	25,52	0,07	35,18	0,75
18/11/2015	25,46	0,07	34,24	0,65
19/11/2015	25,36	0,07	33,57	0,64
20/11/2015	25,27	0,06	34,18	0,72
21/11/2015	25,20	0,08	34,28	1,43
23/11/2015	24,54	0,09	30,74	1,02
24/11/2015	24,25	0,09	28,95	0,42
25/11/2015	24,15	0,07	30,00	1,13
26/11/2015	24,16	0,05	31,70	0,37
27/11/2015	24,14	0,07	31,18	0,45
28/11/2015	24,09	0,07	31,58	0,39
29/11/2015	23,99	0,06	31,19	0,40
30/11/2015	23,83	0,07	31,24	0,48
1/12/2015	23,75	0,06	31,07	0,54
2/12/2015	23,65	0,06	31,50	0,45
3/12/2015	23,65	0,07	31,71	0,44
4/12/2015	23,69	0,08	31,89	0,53
5/12/2015	23,74	0,05	31,85	0,42
6/12/2015	23,60	0,05	31,85	0,47
7/12/2015	23,47	0,06	32,40	0,37

FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	
	PROM. DIA	DESV. EST.	PROM. DIA	DESV. EST.
8/12/2015	23,39	0,05	32,61	0,46
9/12/2015	23,36	0,05	32,56	0,41
10/12/2015	23,46	0,06	33,20	0,63
11/12/2015	23,53	0,06	33,19	0,41
12/12/2015	23,51	0,06	33,27	0,60
13/12/2015	23,47	0,05	35,47	0,77
14/12/2015	23,58	0,26	35,11	0,57
15/12/2015	23,94	0,21	33,63	0,75
16/12/2015	23,56	0,08	32,68	0,56
17/12/2015	23,41	0,07	32,83	0,45
18/12/2015	23,35	0,07	32,72	0,40
19/12/2015	23,25	0,07	32,46	0,43
20/12/2015	23,16	0,05	32,55	0,60
21/12/2015	23,15	0,05	34,12	0,54
22/12/2015	23,09	0,06	33,94	0,44
23/12/2015	22,99	0,07	33,46	0,44
24/12/2015	22,91	0,03	33,49	0,46
25/12/2015	22,75	0,06	33,35	0,49
26/12/2015	22,58	0,06	33,36	0,38
27/12/2015	22,48	0,05	33,50	0,59
28/12/2015	22,45	0,05	33,44	0,59
29/12/2015	22,50	0,01	36,03	0,83
30/12/2015	22,37	0,05	35,32	0,46
31/12/2015	22,45	0,05	36,46	0,74
1/1/2016	22,56	0,05	37,83	0,67
2/1/2016	22,60	0,02	37,51	0,97
3/1/2016	22,59	0,03	37,31	0,52
4/1/2016	22,65	0,05	39,09	1,12
5/1/2016	22,66	0,05	39,72	0,61

Tabla A2-4. Resumen de datos, caso biblioteca general

FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	
	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
27/10/2015	24,58	0,33	58,95	3,84
28/10/2015	24,03	0,24	56,12	2,02
29/10/2015	24,20	0,17	57,07	0,40
30/10/2015	24,05	0,14	56,09	0,81
31/10/2015	23,63	0,14	56,56	0,16
1/11/2015	23,19	0,11	56,68	0,11
2/11/2015	22,82	0,15	56,63	0,13
3/11/2015	23,05	0,44	58,17	0,99
4/11/2015	23,89	0,64	59,73	1,70
5/11/2015	24,11	0,52	57,95	5,29
6/11/2015	24,24	0,33	53,43	4,68
7/11/2015	24,63	0,63	51,23	4,83
8/11/2015	24,51	0,67	47,92	2,91
9/11/2015	24,19	0,58	49,63	2,81
10/11/2015	24,35	0,57	47,66	2,44
11/11/2015	24,29	0,48	47,53	2,35
12/11/2015	24,15	0,52	48,01	2,46
13/11/2015	23,83	0,42	49,19	2,67
14/11/2015	23,71	0,73	48,24	3,36
15/11/2015	23,05	0,54	48,27	1,32
16/11/2015	23,16	0,98	51,33	2,12
17/11/2015	23,64	0,90	51,35	2,45
18/11/2015	23,70	0,74	48,36	2,19
19/11/2015	23,48	0,76	46,63	2,96
20/11/2015	23,38	0,78	48,62	2,04
21/11/2015	23,36	0,75	48,30	4,28
22/11/2015	21,61	0,59	37,08	2,01
23/11/2015	22,15	1,82	41,33	2,67
24/11/2015	22,77	1,58	34,67	3,70
25/11/2015	23,11	1,57	37,97	5,64
26/11/2015	23,44	1,30	42,76	2,25
27/11/2015	23,10	1,22	40,74	2,06
28/11/2015	23,30	1,41	42,69	2,12
29/11/2015	21,63	0,60	39,75	1,40
30/11/2015	22,39	1,74	43,66	2,96
1/12/2015	23,22	1,27	41,98	3,22
2/12/2015	23,36	1,29	42,98	3,11
3/12/2015	23,42	1,22	40,68	1,86
4/12/2015	23,38	1,11	40,88	2,73
5/12/2015	22,99	1,06	41,94	1,58
6/12/2015	21,16	0,58	41,89	1,19
7/12/2015	19,37	0,34	46,81	0,84

FECHA	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA	
	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PROMEDIO DIARIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
8/12/2015	18,54	0,24	49,88	1,06
9/12/2015	20,98	2,31	52,28	1,97
10/12/2015	22,83	1,54	50,89	2,62
11/12/2015	23,46	1,20	46,80	2,33
12/12/2015	23,16	1,15	46,83	3,65
13/12/2015	21,06	0,67	50,91	1,94
14/12/2015	21,58	1,61	55,86	2,27
15/12/2015	22,89	1,54	50,78	1,96
16/12/2015	23,11	1,32	45,34	2,67
17/12/2015	23,22	1,10	43,03	1,37
18/12/2015	22,64	1,01	42,51	1,31
19/12/2015	21,13	0,59	40,76	1,76
20/12/2015	19,79	0,30	45,37	2,81
21/12/2015	21,77	1,96	50,86	1,89
22/12/2015	22,92	1,52	46,44	1,86
23/12/2015	22,17	1,06	43,25	1,38
24/12/2015	20,28	0,48	46,91	1,18
25/12/2015	19,05	0,52	48,68	1,64
26/12/2015	18,11	0,47	50,33	1,43
27/12/2015	17,86	0,64	50,91	2,32
28/12/2015	19,42	1,66	50,64	2,17
29/12/2015	20,84	1,61	54,24	2,78
30/12/2015	20,61	1,32	50,09	2,21
31/12/2015	19,17	0,24	58,19	3,11
1/1/2016	18,80	0,16	67,35	3,05
2/1/2016	18,93	0,47	64,90	4,64
3/1/2016	18,46	0,15	64,64	2,21
4/1/2016	19,29	0,93	70,70	2,42
5/1/2016	19,14	0,38	69,05	1,85

ANEXO 3 Biblioteca Rector Machado y Núñez



1) EXPOSICIÓN
FACSIMILES



2) SALA DE ESTUDIO



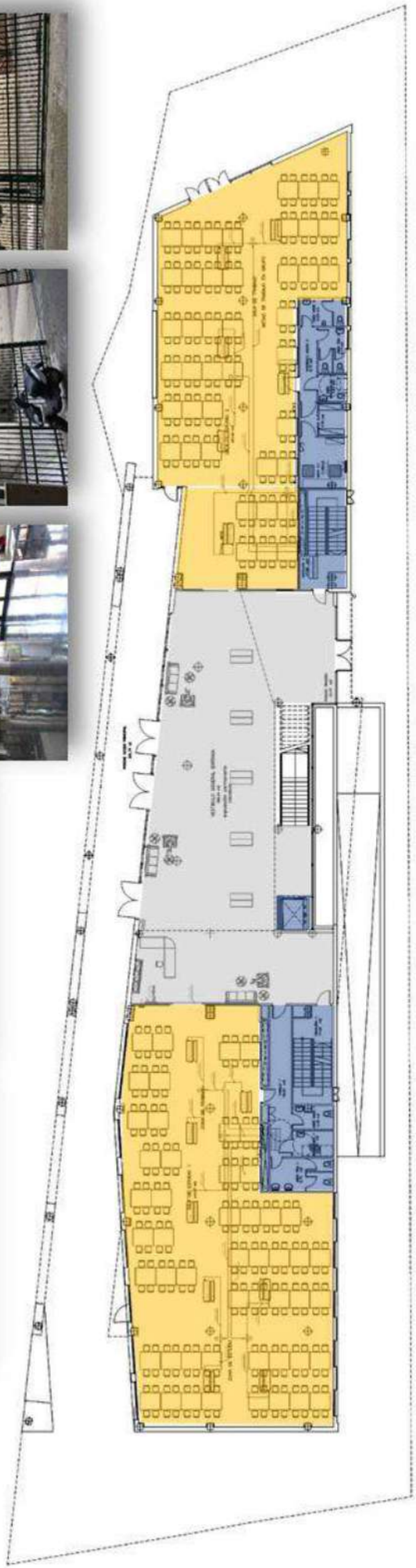
3)



4)



5)



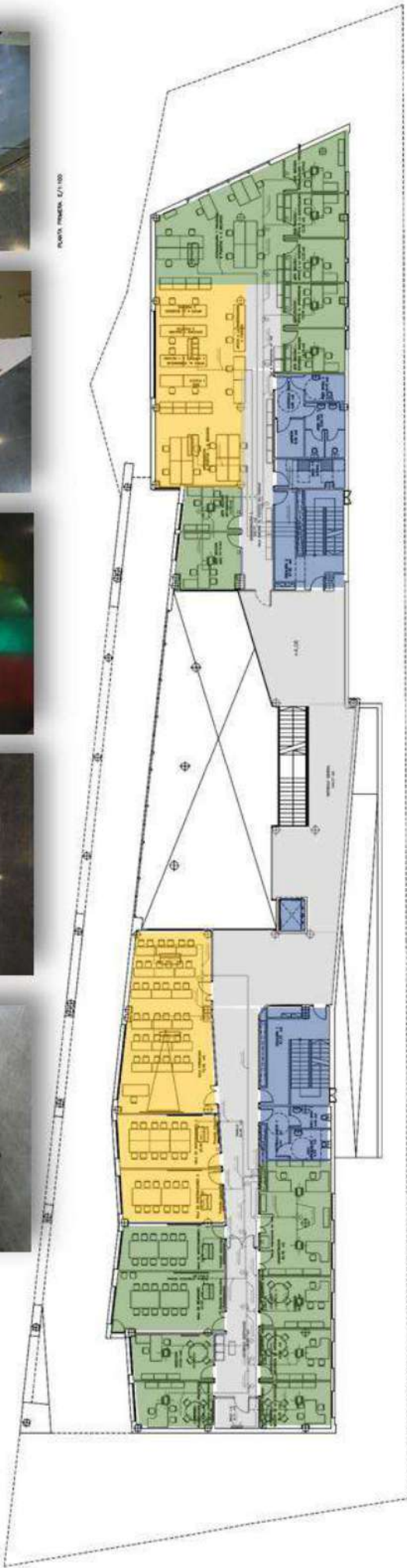
- DEPÓSITO
- DESPACHOS
- SERVICIOS
- ESTUDIO E INVESTIGACIÓN
- CIRCULACIÓN

PLANTA PRIMERA ±0,00m.
BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO Y NUÑEZ
UNIVERSIDAD DE SEVILLA



- 1) SALA DE DIGITALIZACIÓN
- 2) SALA DE CONSERVACIÓN
- 3) HALL DE PRIMERA PLANTA
- 4) HALL Y EXPOSICIONES EN PRIMERA PLANTA
- 5) BALCONEO SOBRE PLANTA BAJA

PLANTA PRIMERA. E/1/100



- DESPACHOS
- SERVICIOS
- ESTUDIO E INVESTIGACIÓN
- CIRCULACIÓN

PLANTA SEGUNDA +4,08m.
 BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO Y NUÑEZ
 UNIVERSIDAD DE SEVILLA



- 1) SISTEMA DE EXTINCIÓN MEDIANTE AGUA NEBULIZADA;
- 2) EQUIPO DE MONITORIZACIÓN CONTINUA
- 3) COLECCIÓN FONDO ANTIGUO
- 4) COLECCIÓN ARCHIVO HISTÓRICO
- 5) ESTANTERÍAS COMPACTAS



- DEPÓSITO
- DESPACHOS
- SERVICIOS
- ESTUDIO E INVESTIGACIÓN
- CIRCULACIÓN

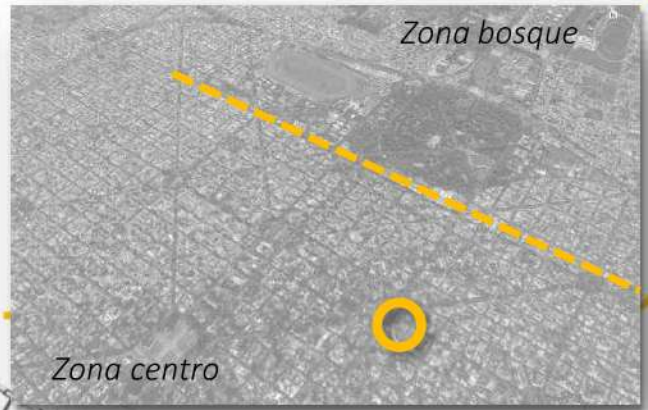
PLANTA TERCERA +8,16m.
 BIBLIOTECA ANTONIO MACHADO Y NUÑEZ
 UNIVERSIDAD DE SEVILLA

ANEXO 4 Bibliotecas del Caso de Estudio La Plata

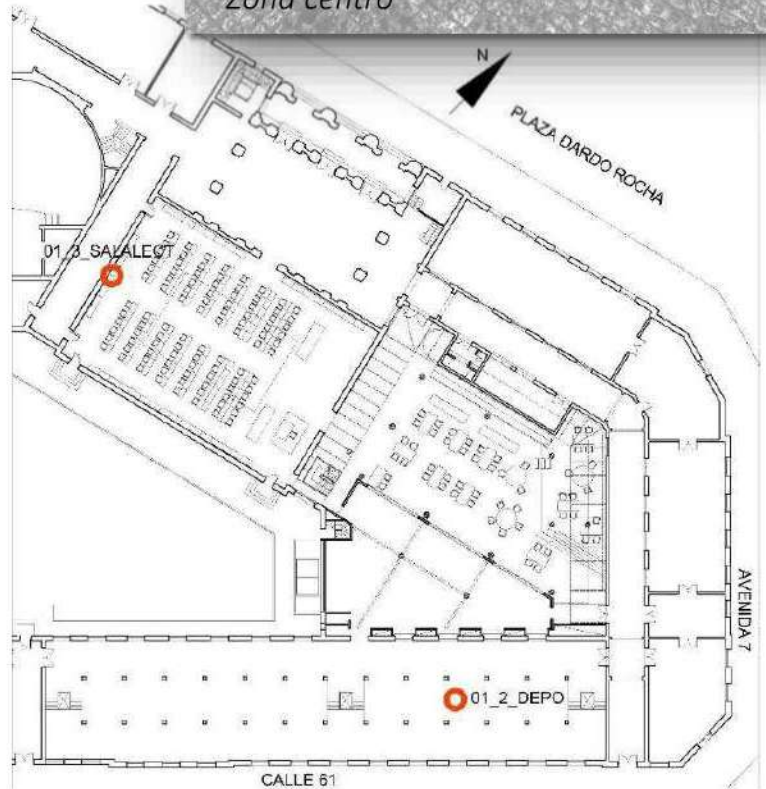
CASO 1

BIBLIOTECA PÚBLICA

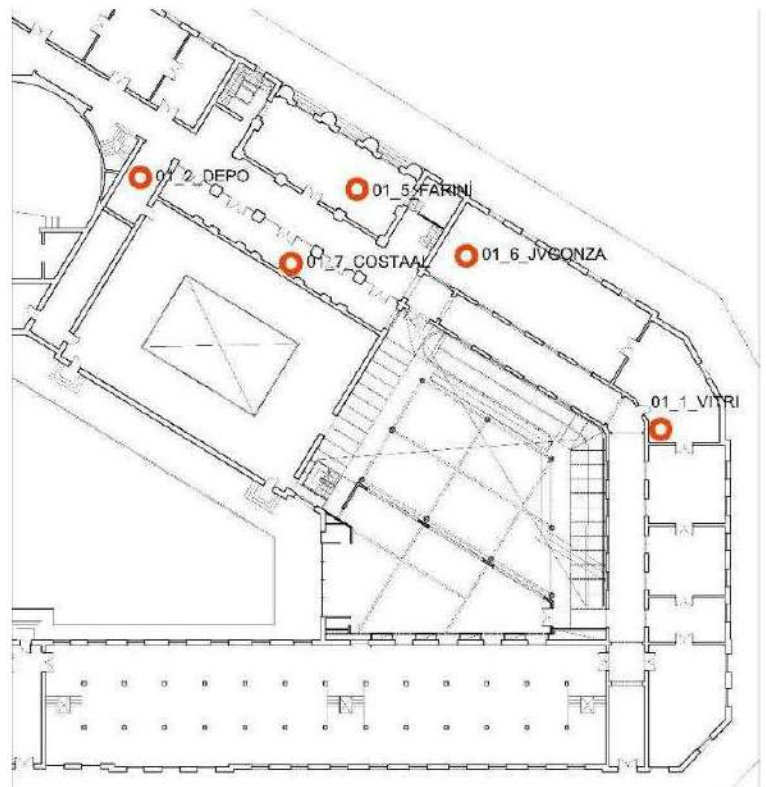
Universidad Nacional de La Plata



Planta baja



Planta 1° nivel



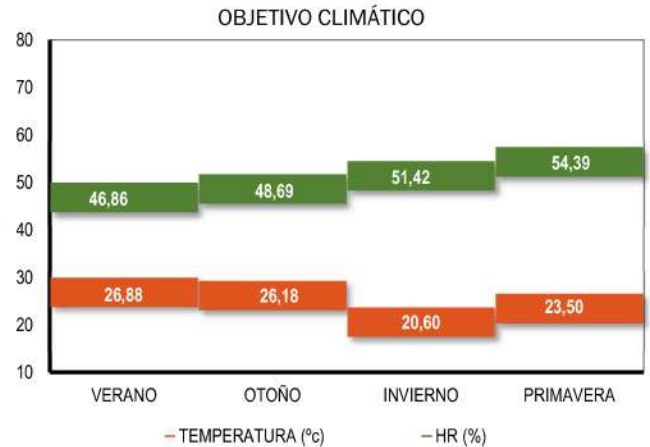
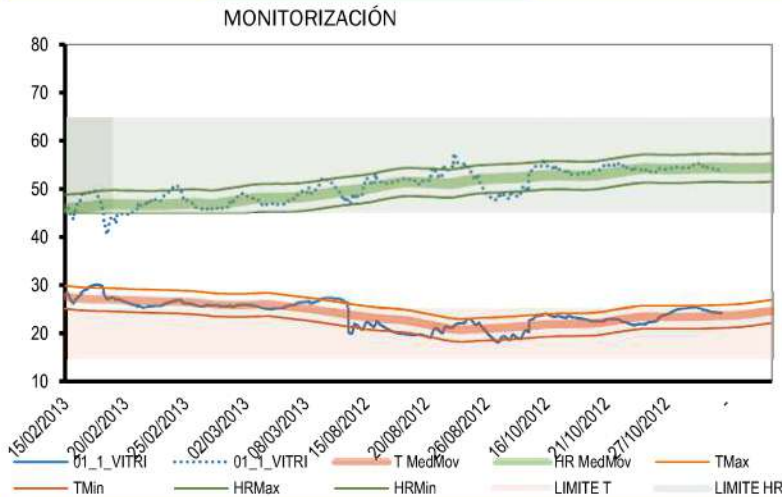
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

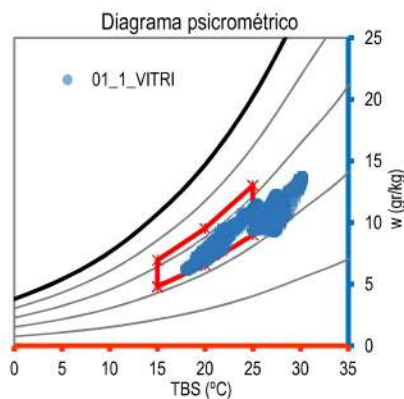
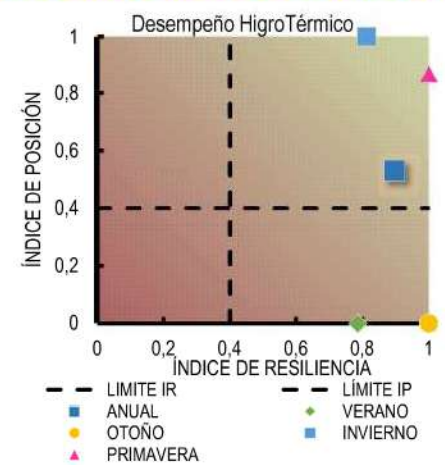
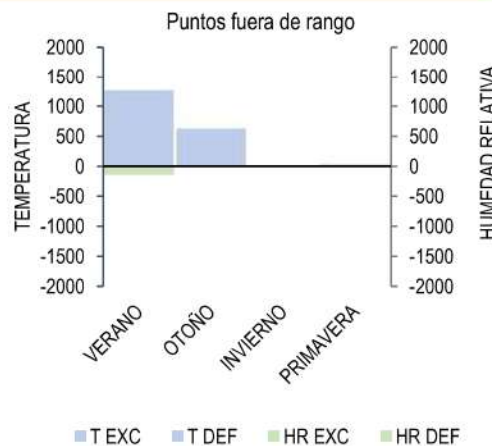
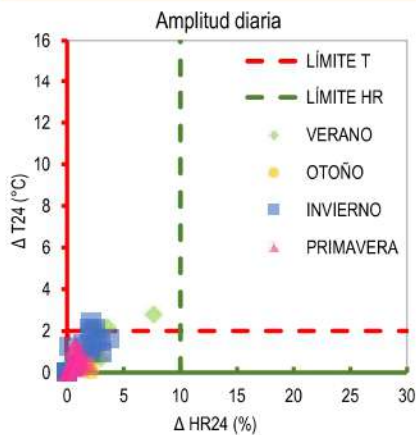
01_1_VITRI



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	
5.- PESADEZ Kg/m2	
6.- ASENTAMIENTO	
7.- ADOSAMIENTO	
8.- TRANSPARENCIA	
9.- VALOR "K" W/m2°C	
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	79%	REGULAR
OTOÑO	0%	100%	REGULAR
INVIERNO	100%	81%	91%
PRIMAVERA	87%	100%	93%
ANUAL	53%	90%	71%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

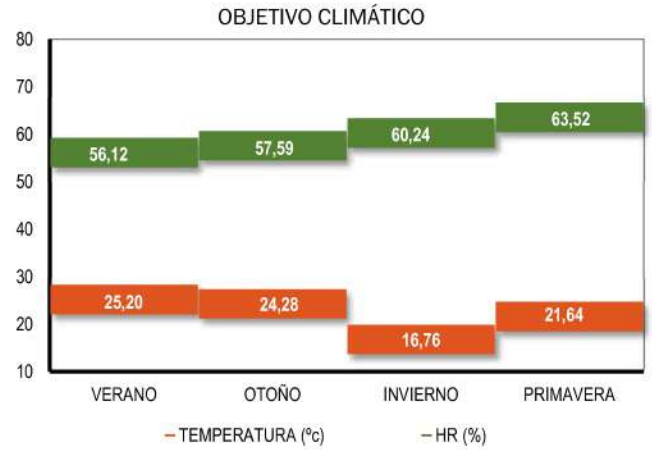
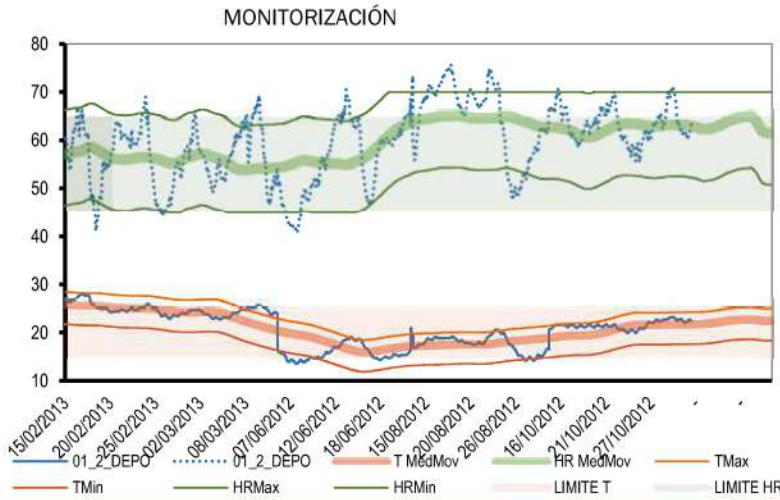
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

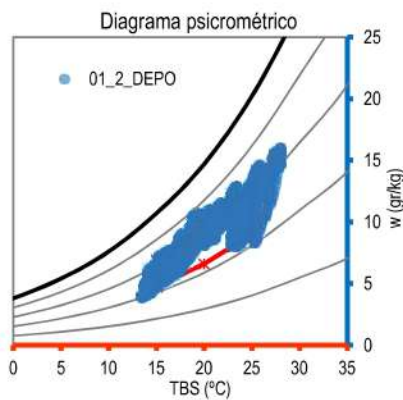
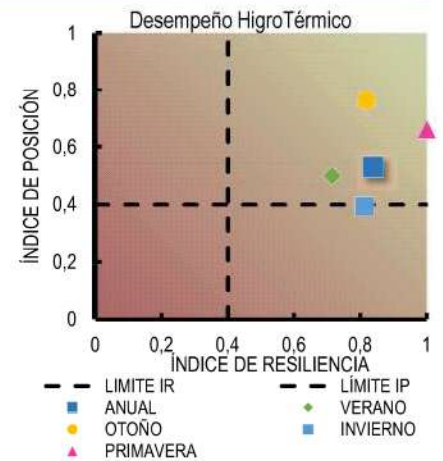
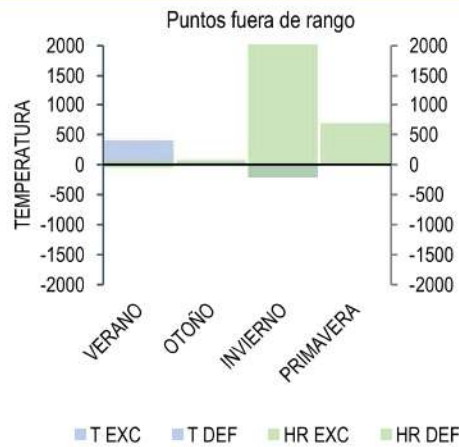
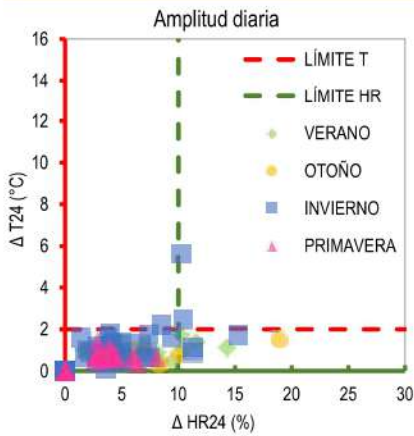
01_2_DEPO



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,44
5.- PESADECZ Kg/m2	483,62
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,053
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,54
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	50%	71%	61%
OTOÑO	76%	82%	79%
INVIERNO	39%	81%	REGULAR
PRIMAVERA	66%	100%	83%
ANUAL	53%	84%	68%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

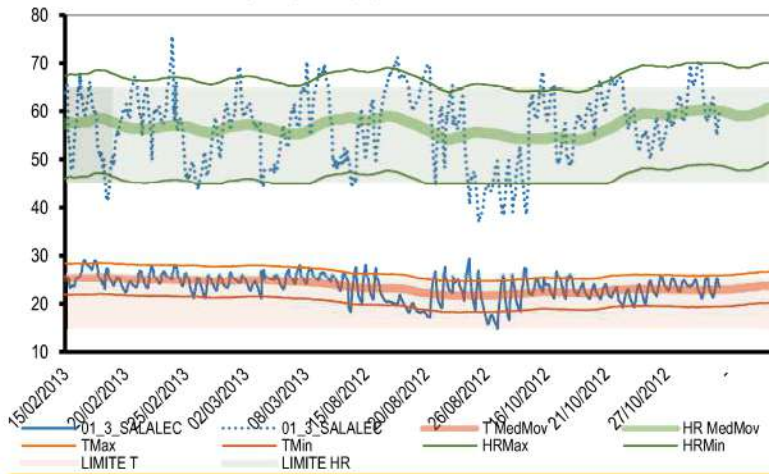
BIB. PÚBLICA UNLP

01_3_SALELEC

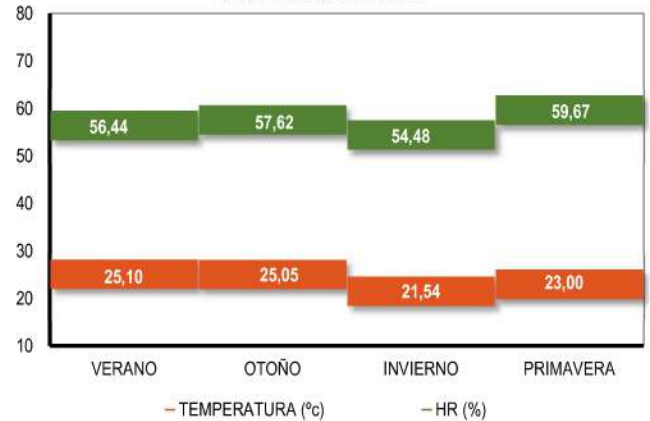


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

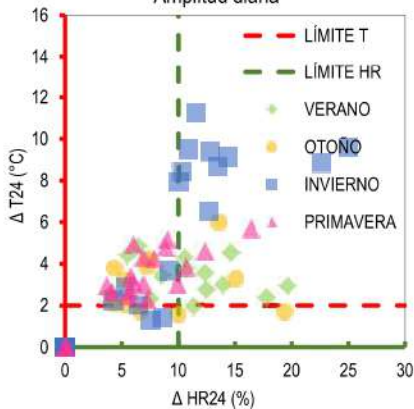


OBJETIVO CLIMÁTICO

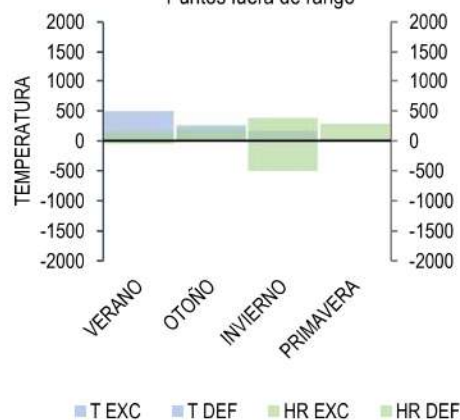


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

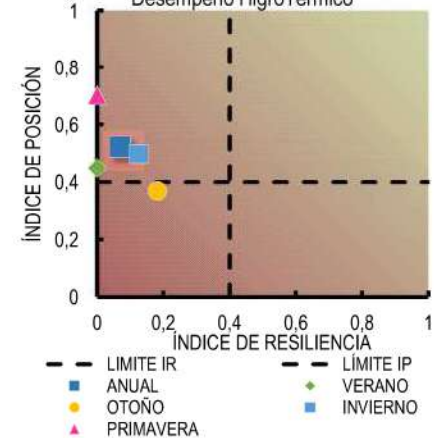
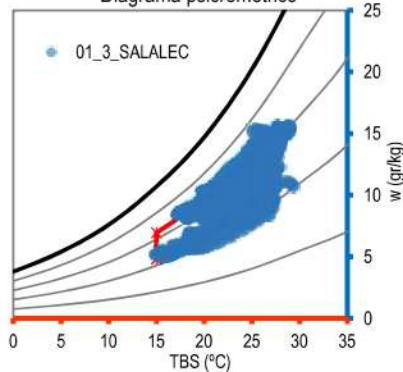


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,71
5.- PESADECZ Kg/m2	312,84
6.- ASENTAMIENTO	0,31
7.- ADOSAMIENTO	0,26
8.- TRANSPARENCIA	0,105
9.- VALOR "K" W/m2°C	2
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	45%	0%	REGULAR
OTOÑO	37%	18%	REGULAR
INVIERNO	50%	13%	REGULAR
PRIMAVERA	70%	0%	REGULAR
ANUAL	52%	7%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

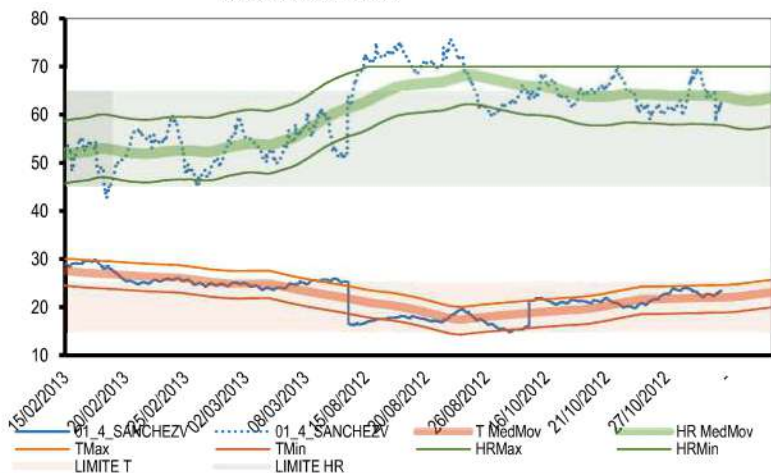
BIB. PÚBLICA UNLP

01_4_SANCHEZV

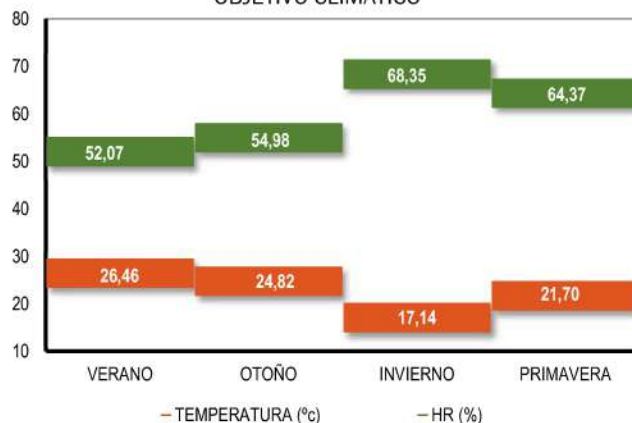


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

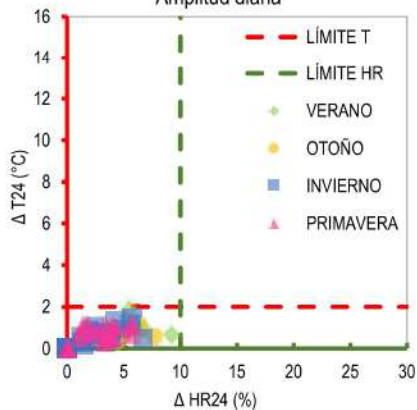


OBJETIVO CLIMÁTICO

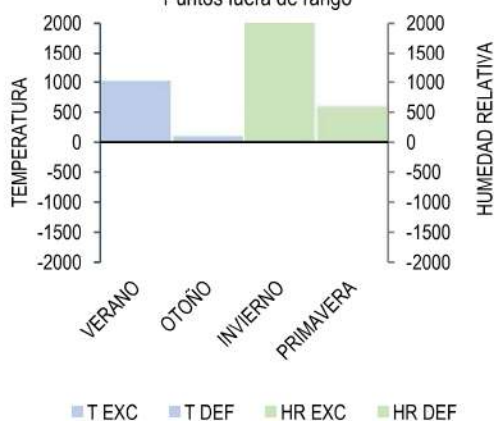


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

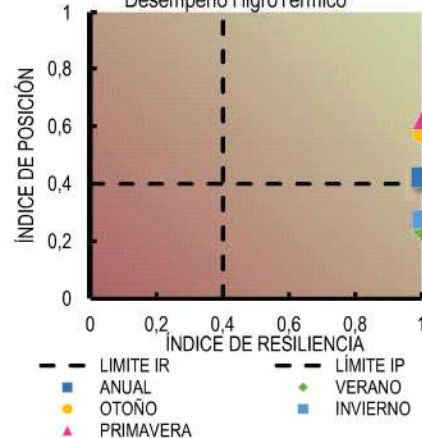
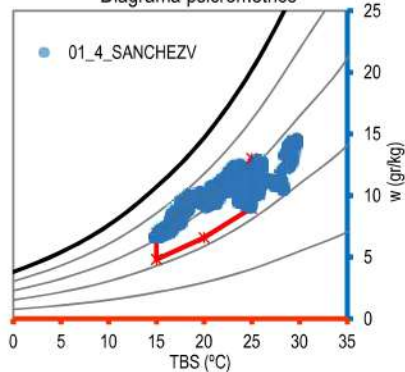


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,75
5.- PESADECZ Kg/m2	563,95
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,91
8.- TRANSPARENCIA	0,053
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,54
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	23%	100%	REGULAR
OTOÑO	57%	100%	79%
INVIERNO	27%	100%	REGULAR
PRIMAVERA	62%	100%	81%
ANUAL	42%	100%	71%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

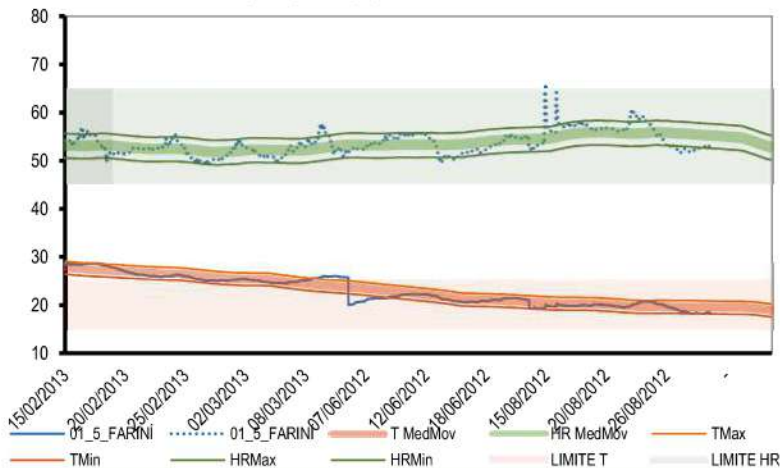
BIB. PÚBLICA UNLP

01_5_FARINÍ

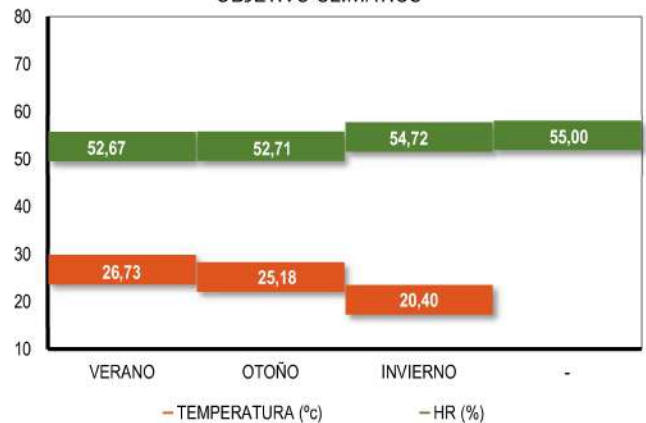


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

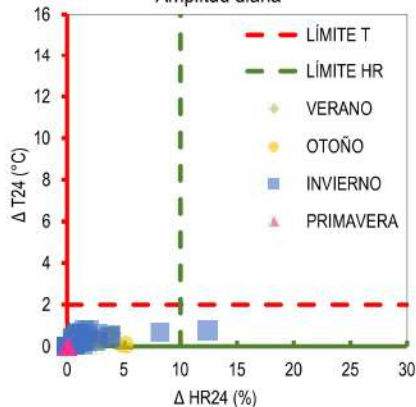


OBJETIVO CLIMÁTICO

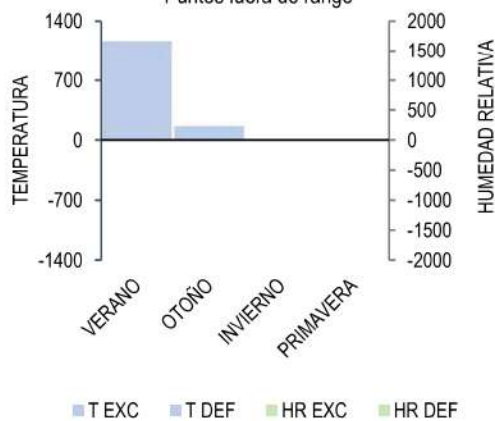


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

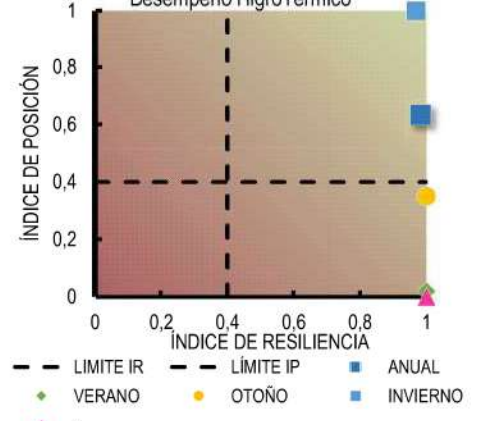
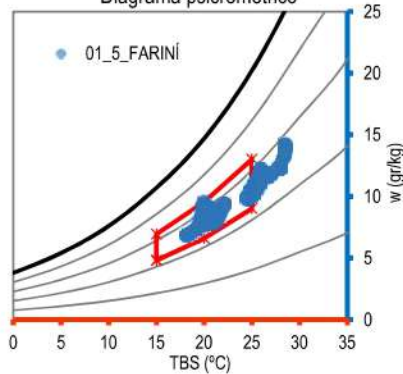


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,7
5.- PESADECZ Kg/m2	436,22
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,55
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	2%	100%	REGULAR
OTOÑO	35%	100%	REGULAR
INVIERNO	100%	97%	98%
PRIMAVERA			
ANUAL	63%	98%	81%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

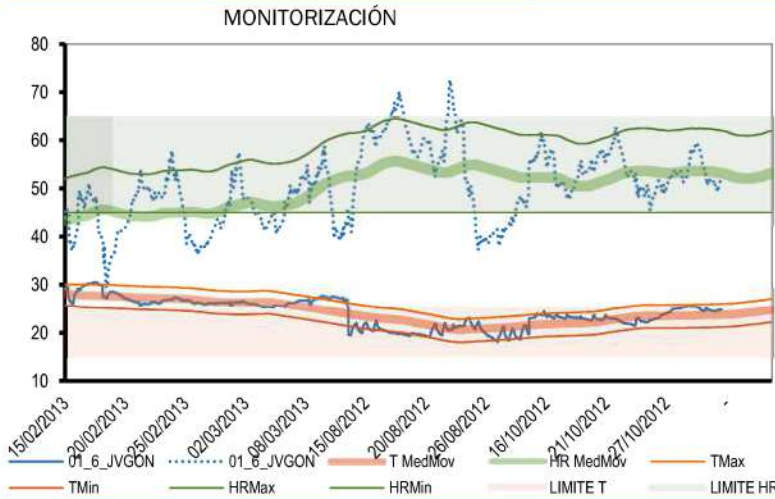
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

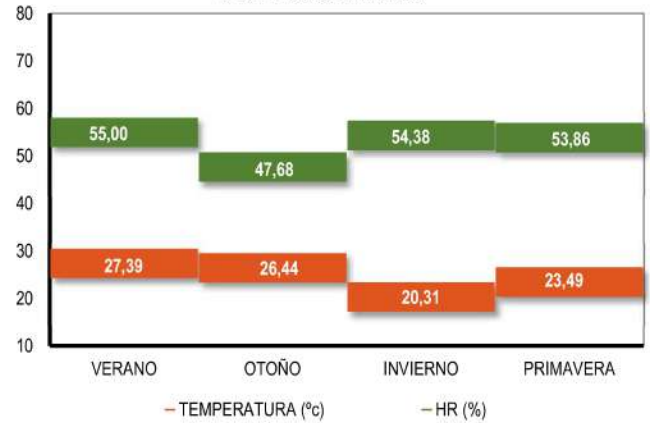
01_6_JVGON



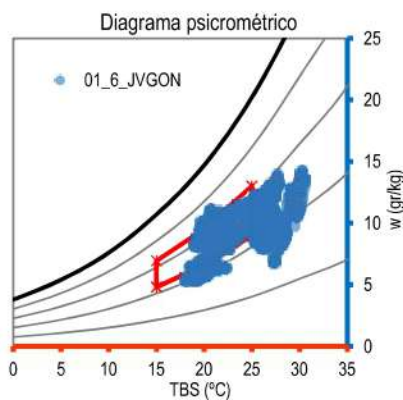
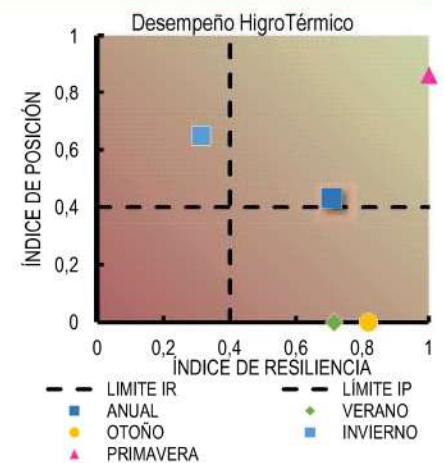
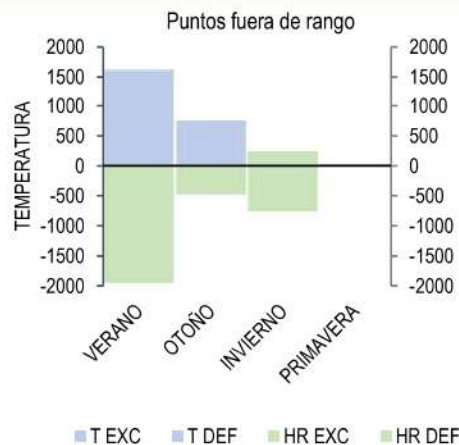
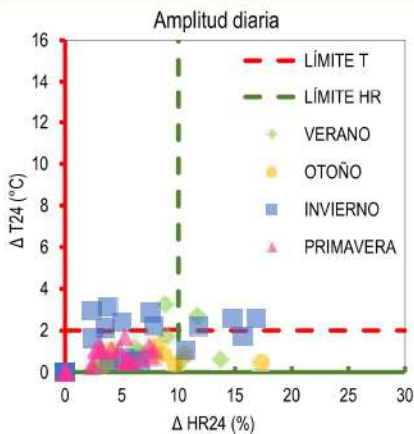
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	391,49
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,56
8.- TRANSPARENCIA	0,035
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,74
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	71%	REGULAR
OTOÑO	0%	82%	REGULAR
INVIERNO	65%	31%	REGULAR
PRIMAVERA	86%	100%	93%
ANUAL	43%	71%	57%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

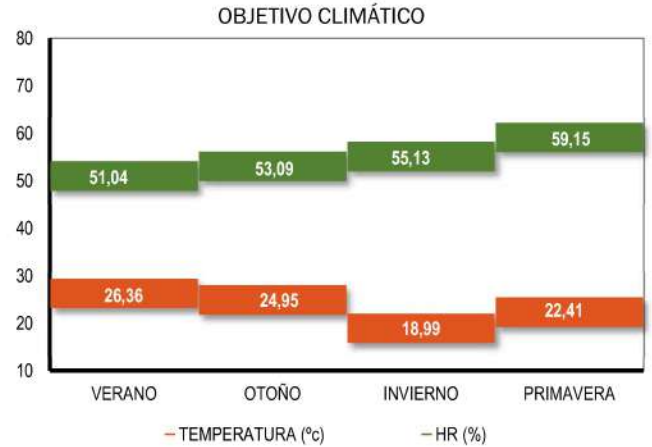
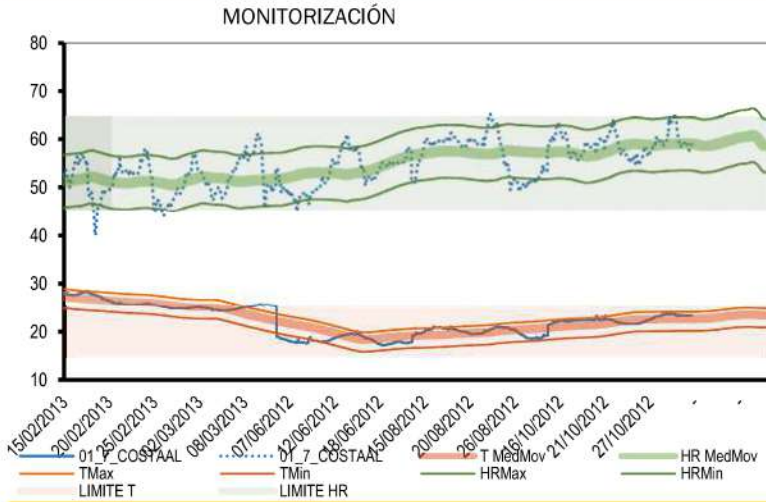
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

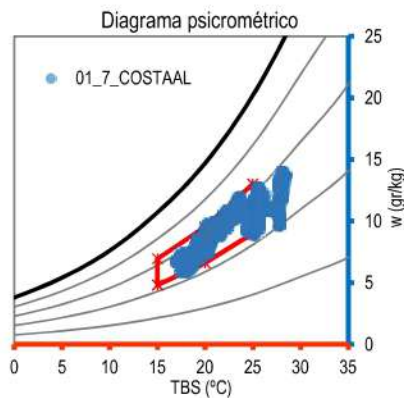
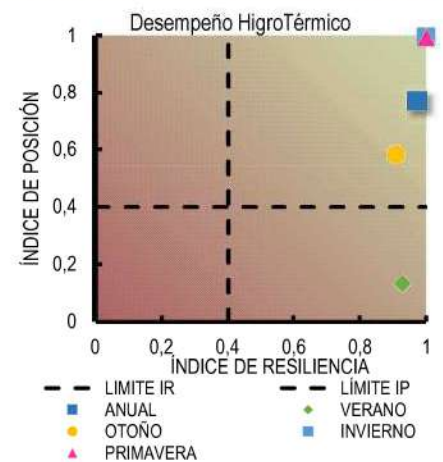
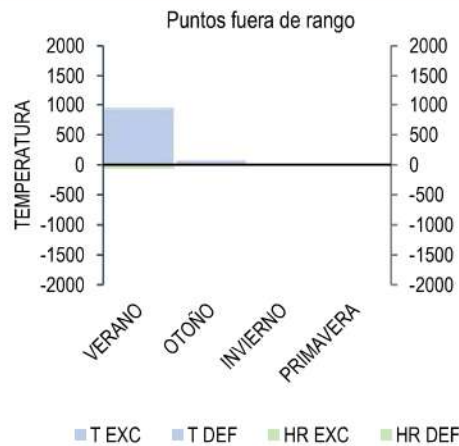
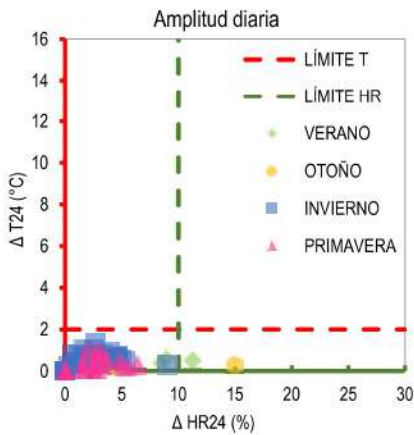
01_7_COSTAAL



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADECZ Kg/m2	496,6
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,69
8.- TRANSPARENCIA	0,008
9.- VALOR "K"W/m2°C	1,68
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

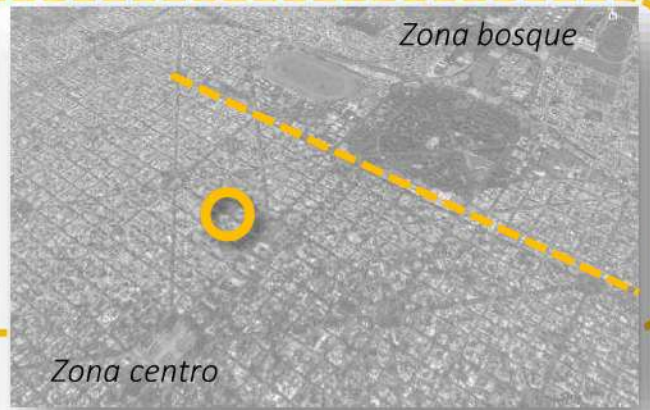
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	13%	93%	REGULAR
OTOÑO	58%	91%	75%
INVIERNO	99%	100%	100%
PRIMAVERA	99%	100%	100%
ANUAL	77%	97%	87%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

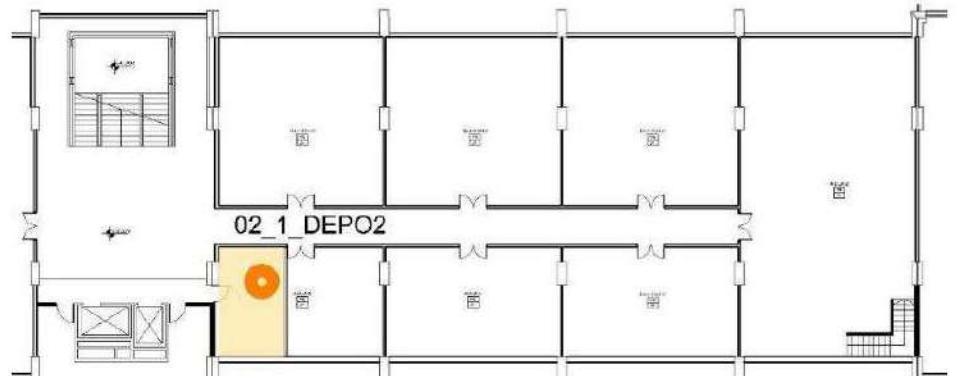
CASO 2

BIBHUMA.

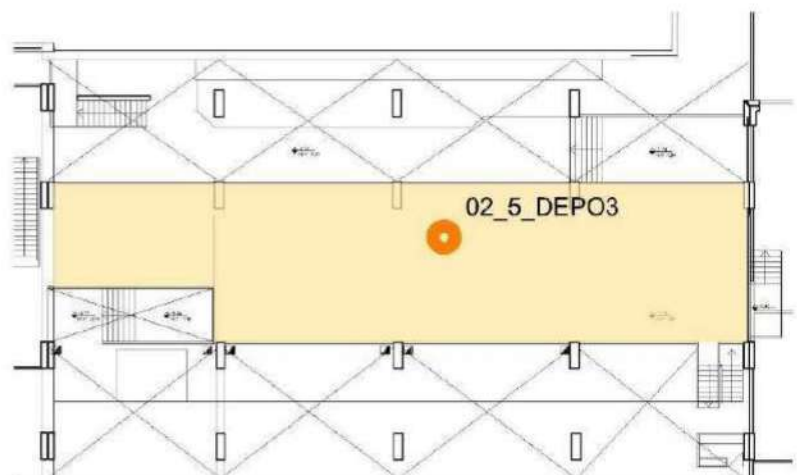
Biblioteca Profesor Guillermo Obiols



Nivel -9,50. Depósitos



Nivel -4,32. Acceso a la biblioteca



*Nivel -1,74. Depo 3 Letras.
Balconea sobre Colección abierta.*

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

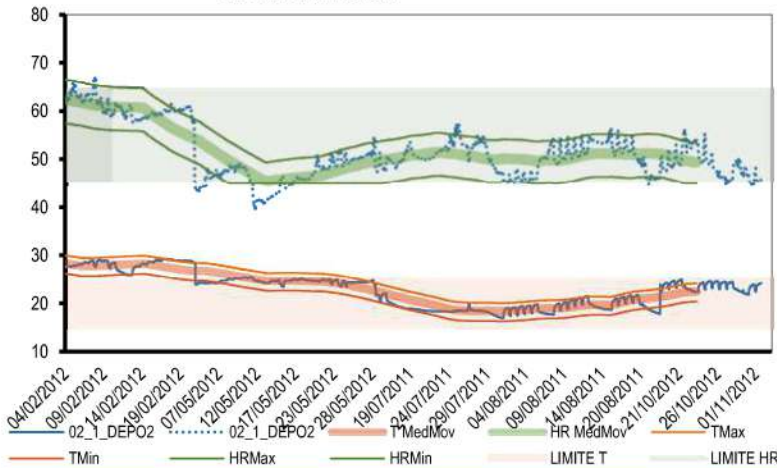
BIBHUMA

02_1_DEPO2

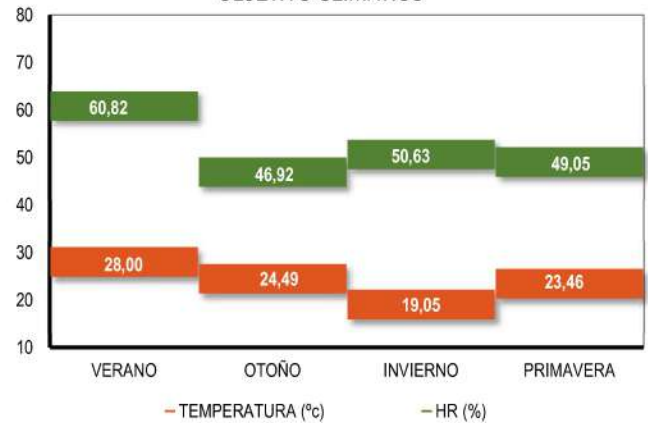


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

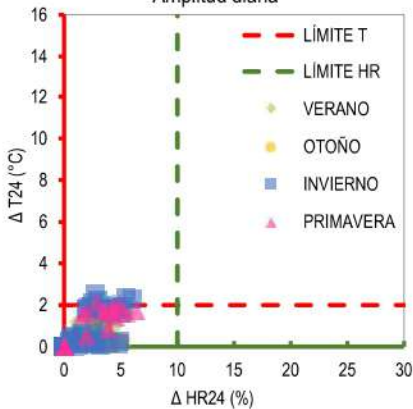


OBJETIVO CLIMÁTICO

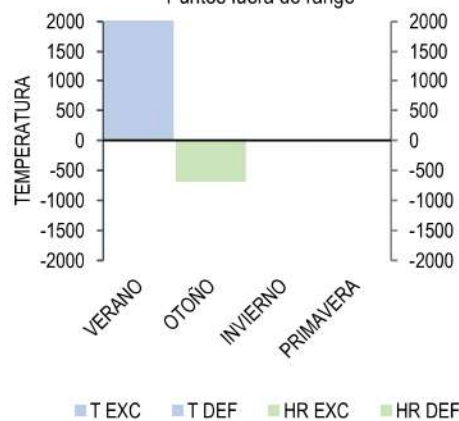


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

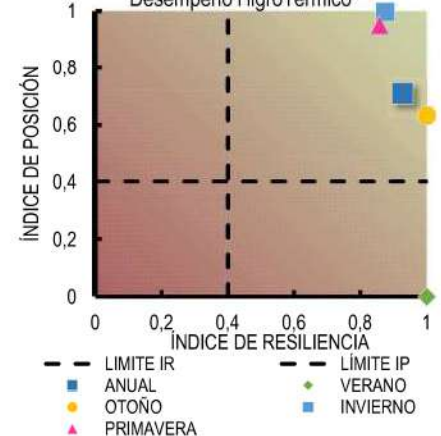
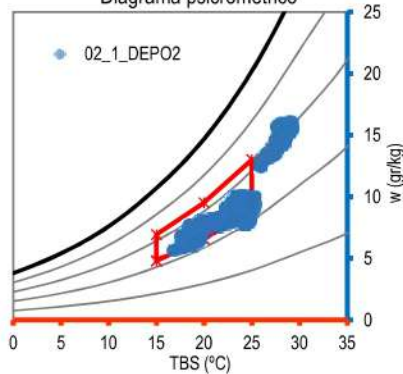


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,73
5.- PESADECZ Kg/m2	551,87
6.- ASENTAMIENTO	0,33
7.- ADOSAMIENTO	0,79
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,13
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	100%	REGULAR
OTOÑO	63%	100%	82%
INVIERNO	100%	88%	94%
PRIMAVERA	95%	86%	90%
ANUAL	71%	93%	82%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

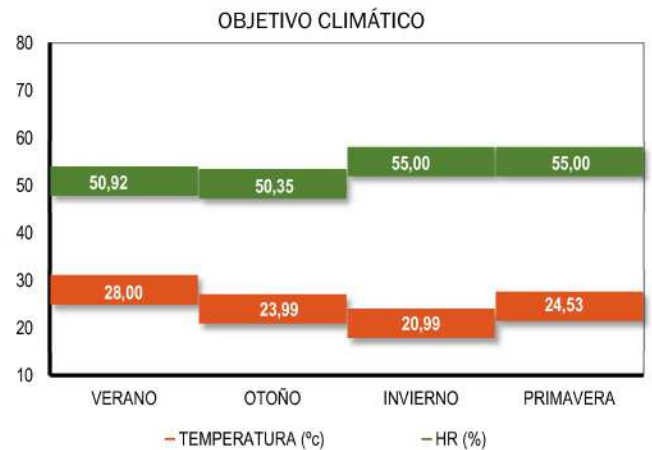
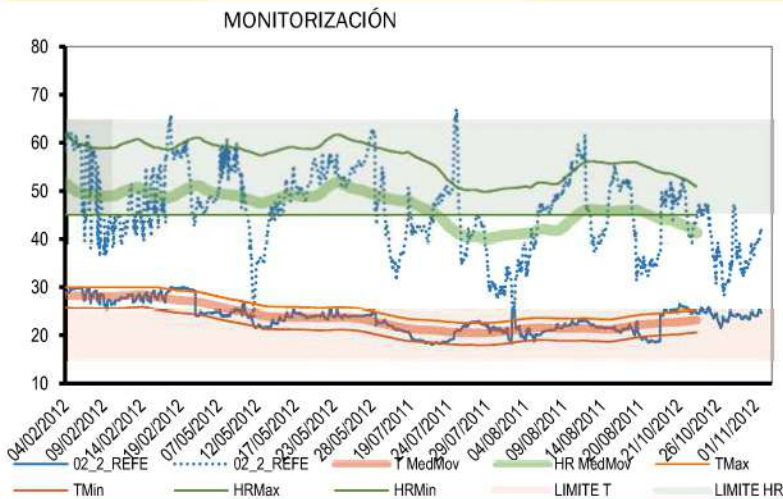
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIBHUMA

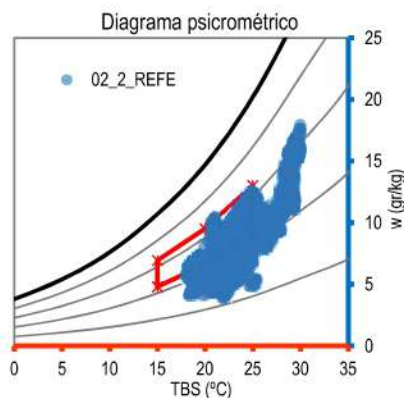
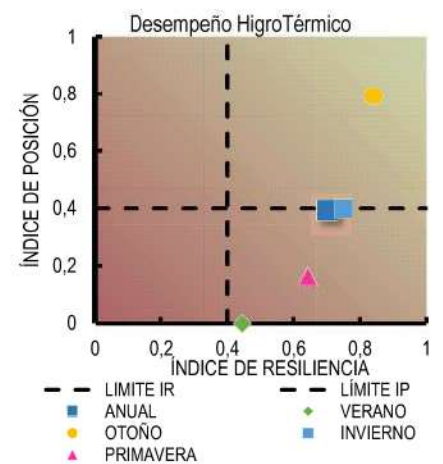
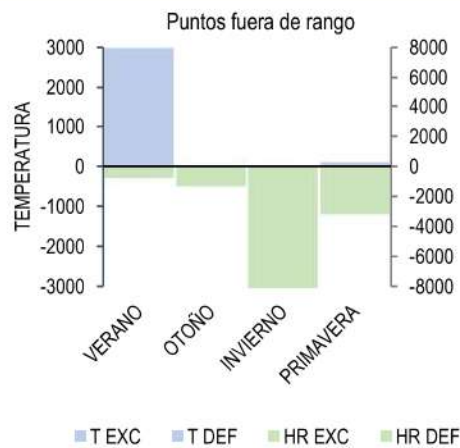
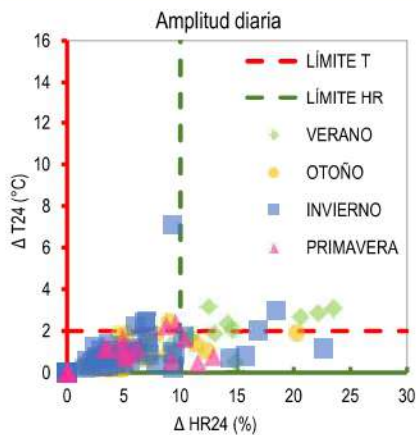
02_2_REFE



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,72
5.- PESADEZ Kg/m2	482,87
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,89
8.- TRANSPARENCIA	0,013
9.- VALOR "K"W/m2°C	1,35
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	44%	REGULAR
OTOÑO	79%	84%	82%
INVIERNO	40%	75%	REGULAR
PRIMAVERA	17%	64%	REGULAR
ANUAL	39%	70%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

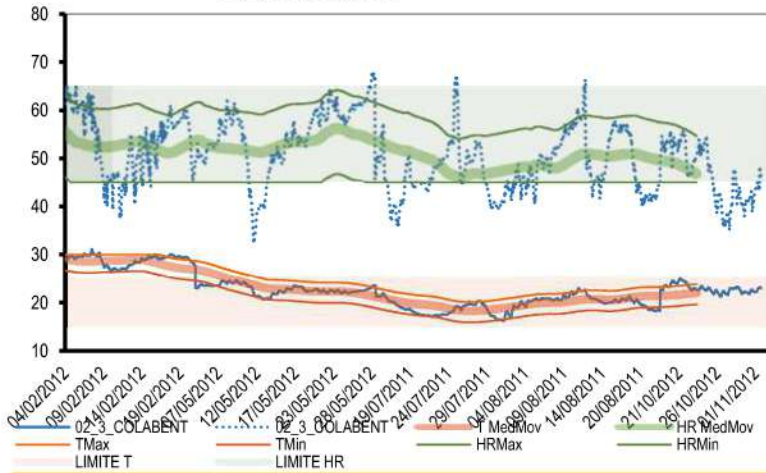
BIBHUMA

02_3_COLABENT

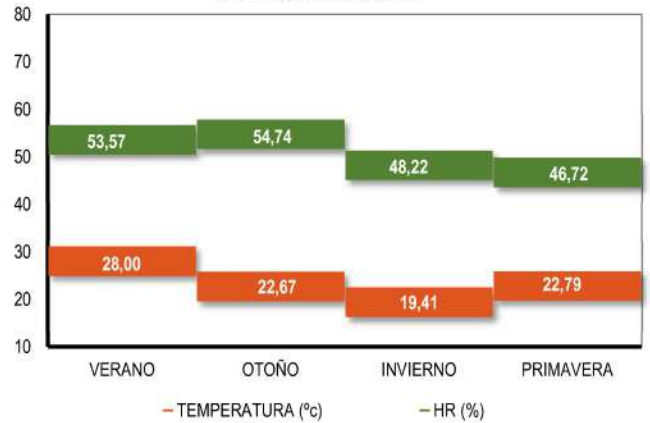


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

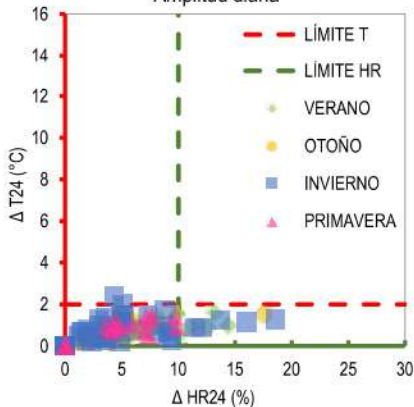


OBJETIVO CLIMÁTICO

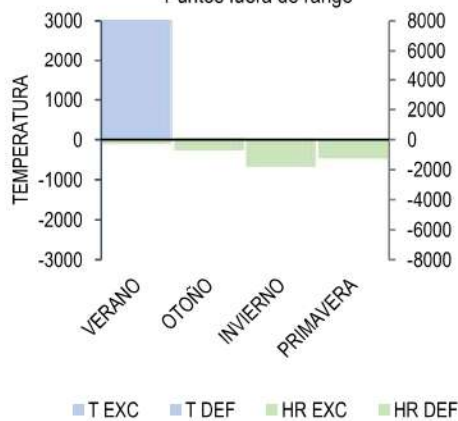


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

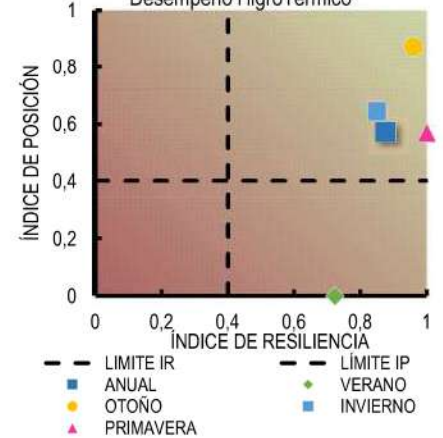
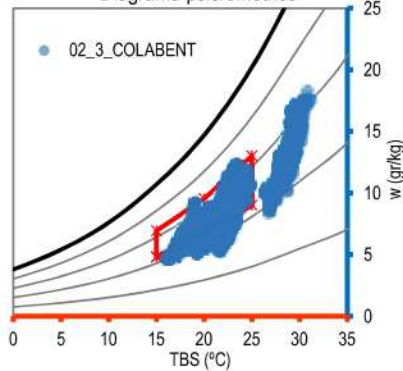


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADEZ Kg/m2	463,12
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,98
8.- TRANSPARENCIA	0,024
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,34
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	72%	REGULAR
OTOÑO	87%	96%	92%
INVIERNO	65%	85%	75%
PRIMAVERA	57%	100%	79%
ANUAL	57%	88%	72%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

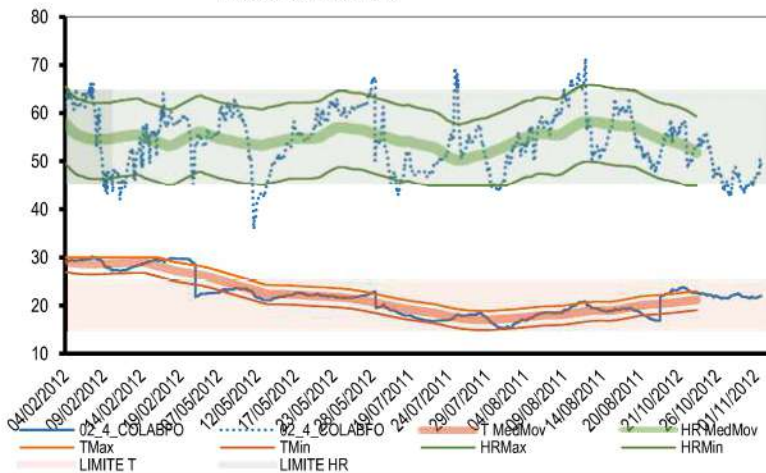
BIBHUMA

02_4_COLABFO

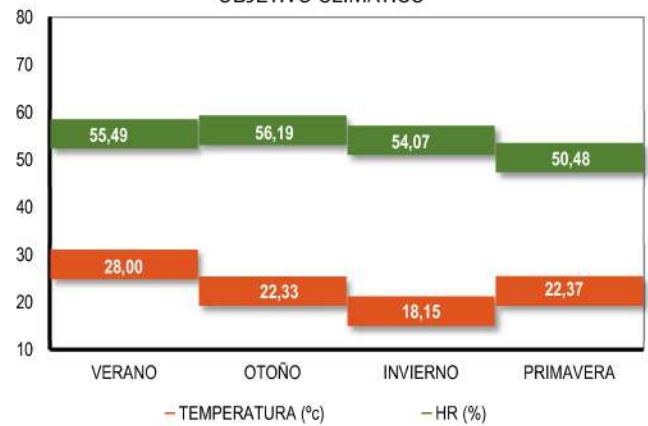


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

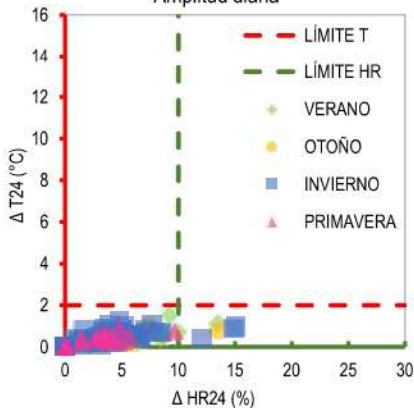


OBJETIVO CLIMÁTICO

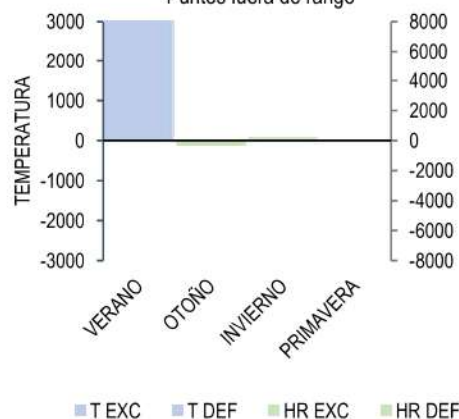


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

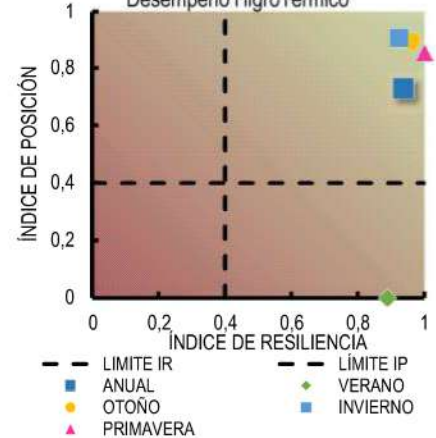
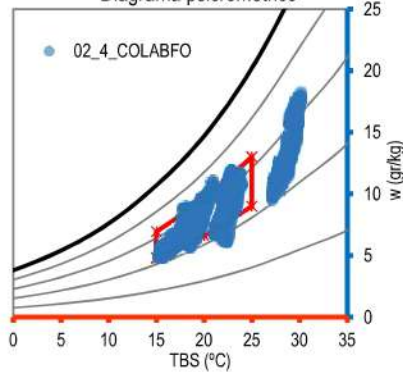


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADEZ Kg/m2	463,12
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,98
8.- TRANSPARENCIA	0,024
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,34
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	89%	REGULAR
OTOÑO	90%	96%	93%
INVIERNO	91%	93%	92%
PRIMAVERA	86%	100%	93%
ANUAL	73%	94%	83%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

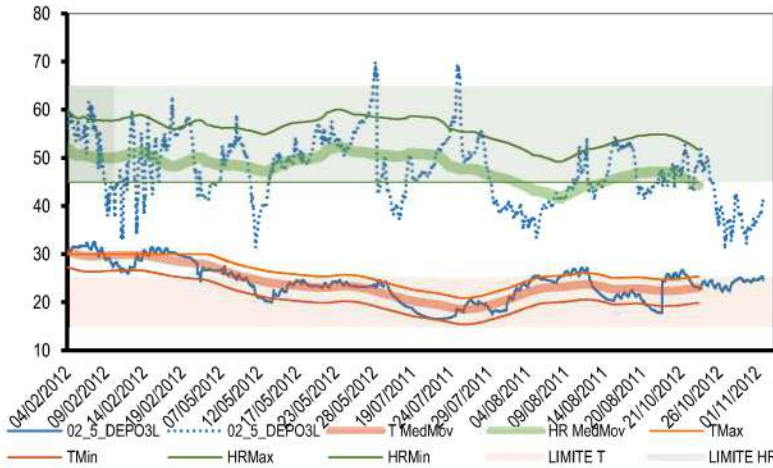
BIBHUMA

02_5_DEPO3L

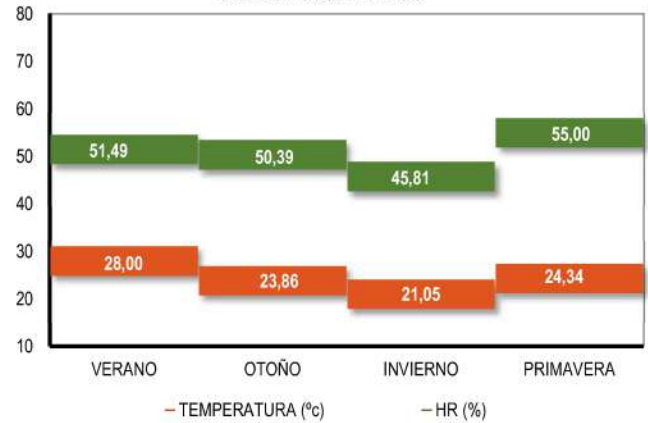


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

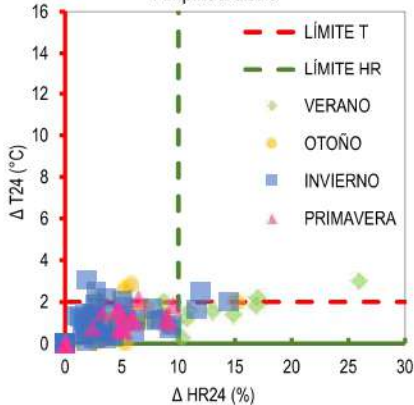


OBJETIVO CLIMÁTICO

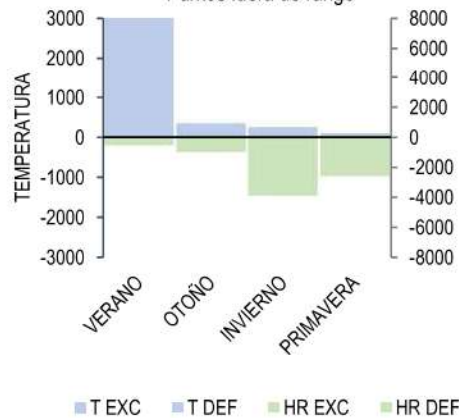


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

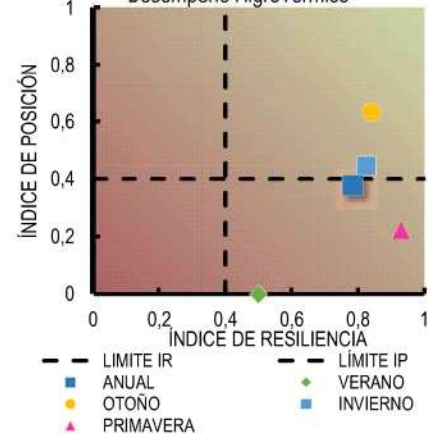
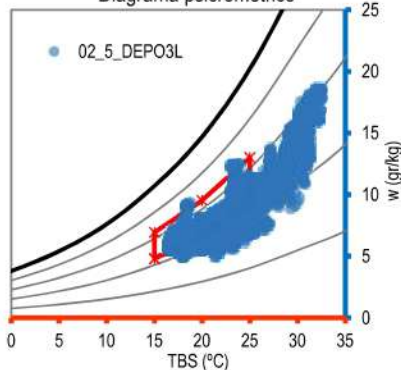


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,61
5.- PESADEZ Kg/m ²	450,33
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,87
8.- TRANSPARENCIA	0,016
9.- VALOR "K" W/m ² °C	1,47
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	50%	REGULAR
OTOÑO	63%	84%	74%
INVIERNO	44%	83%	63%
PRIMAVERA	22%	93%	REGULAR
ANUAL	38%	78%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 3

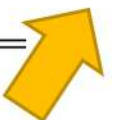
Biblioteca
Joaquín V. González
Facultad de Ciencias Jurídicas y
Sociales



Nivel -7,50. Depósito



Nivel -4,32. Acceso Biblioteca



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

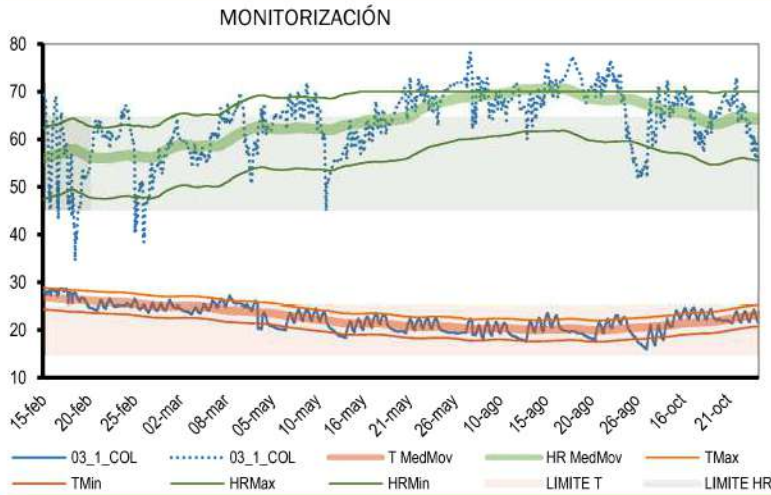
BIB. JURSOC

03_1_COL

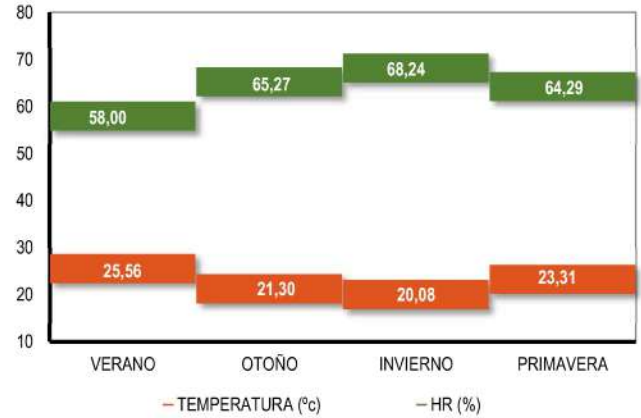


Fuente: Facebook. Biblioderecho-UNLP

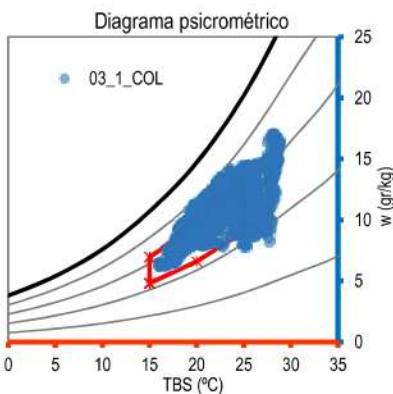
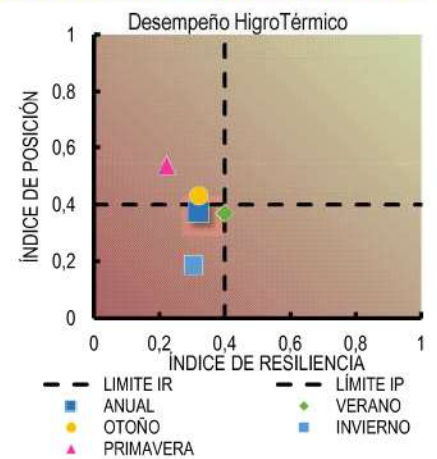
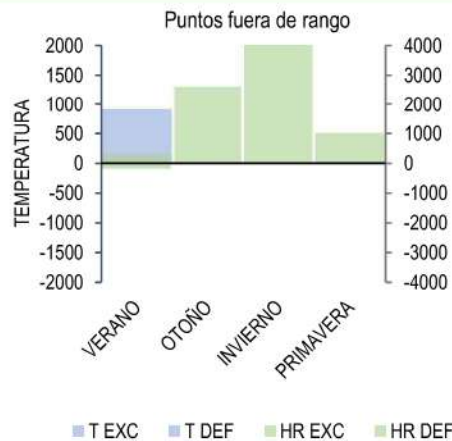
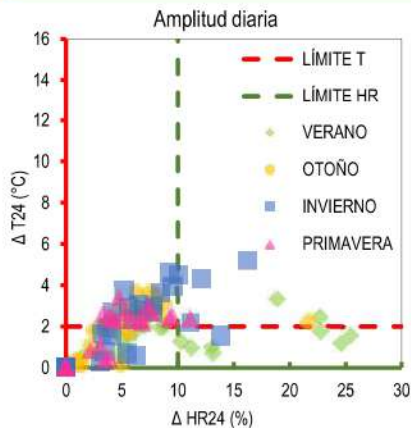
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,63
5.- PESADEZ Kg/m2	287,14
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,51
8.- TRANSPARENCIA	0,067
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,79
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	37%	40%	REGULAR
OTOÑO	43%	32%	REGULAR
INVIERNO	19%	30%	REGULAR
PRIMAVERA	54%	22%	REGULAR
ANUAL	37%	32%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

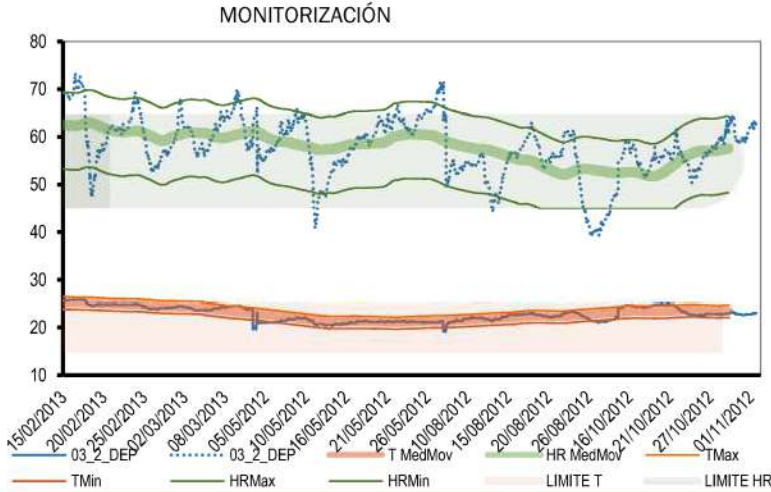
BIB. JURSOC

03_2_DEP

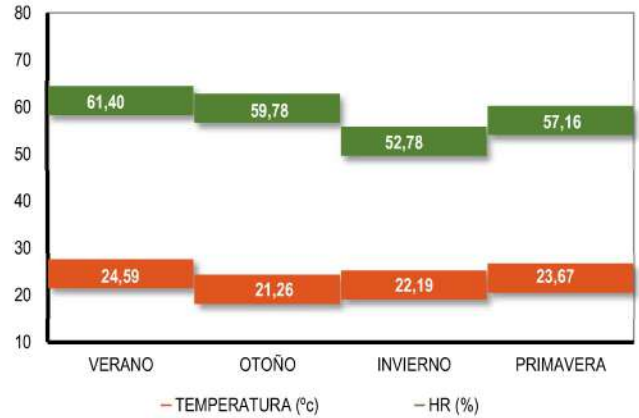


Fuente: Facebook. Biblioderecho-UNLP.

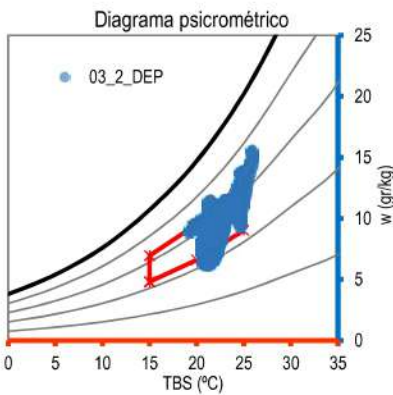
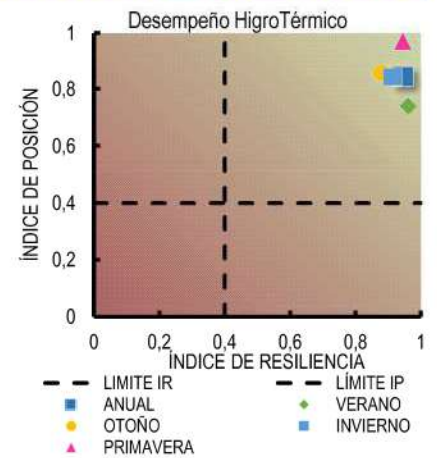
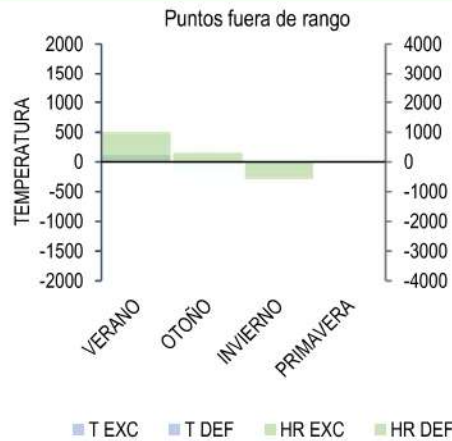
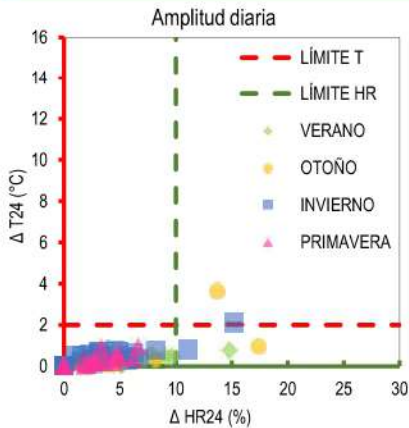
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,55
5.- PESADEZ Kg/m2	482,23
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	1
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K"W/m2°C	1,21
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	74%	96%	85%
OTOÑO	86%	88%	87%
INVIERNO	84%	91%	88%
PRIMAVERA	97%	94%	96%
ANUAL	84%	95%	89%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

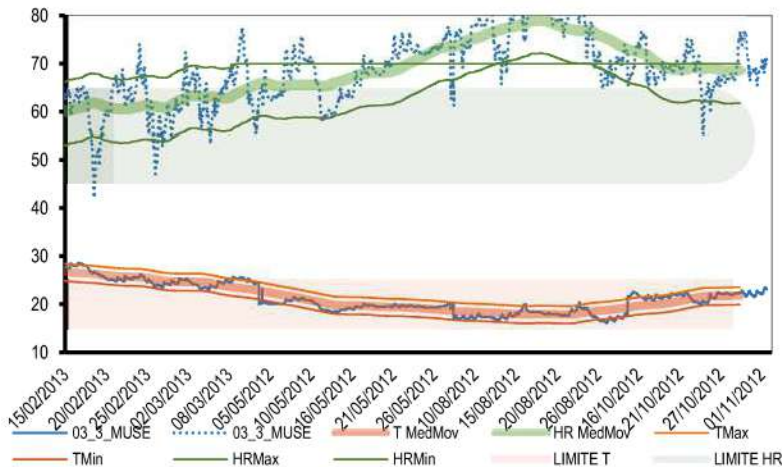
BIB. JURSOC

03_3_MUSE

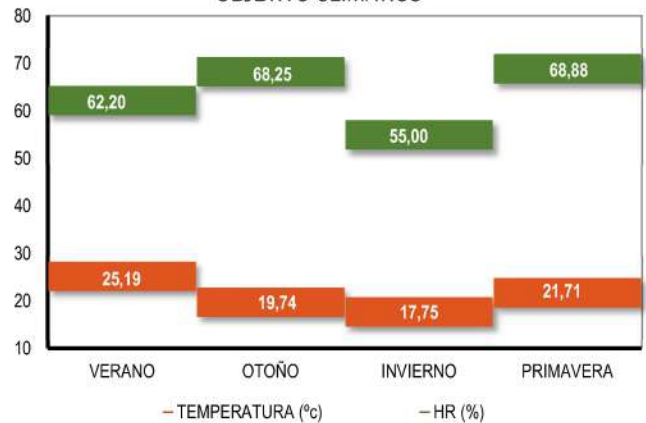


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

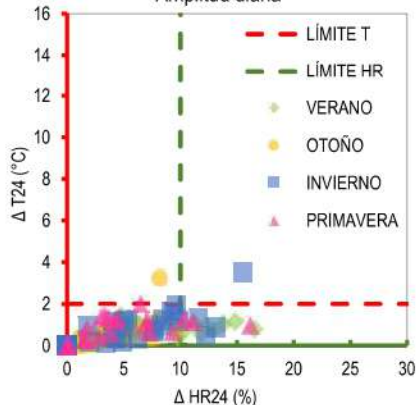


OBJETIVO CLIMÁTICO

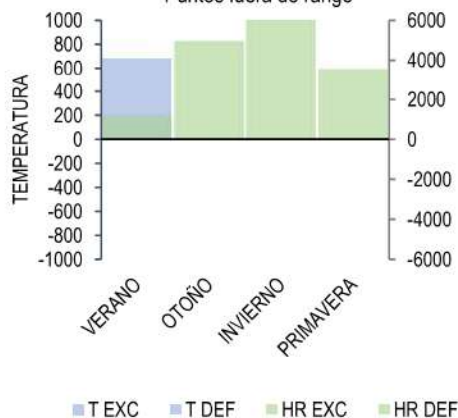


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

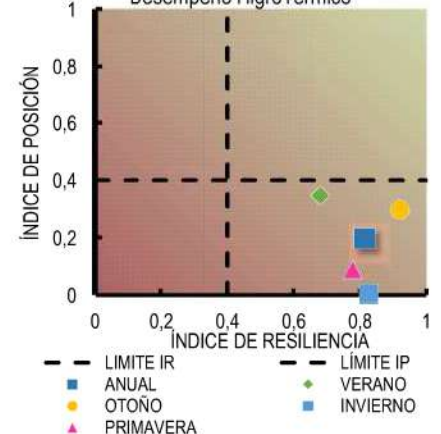
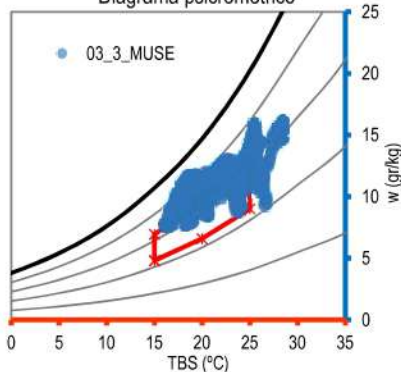


Diagrama psicrométrico



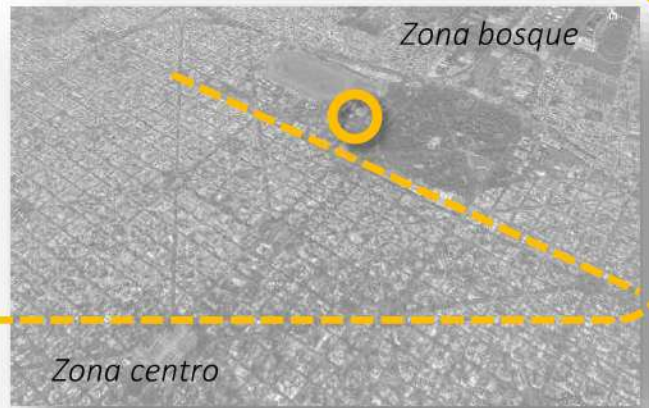
VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,7
5.- PESADEZ Kg/m2	-
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	-
8.- TRANSPARENCIA	-
9.- VALOR "K" W/m2°C	-
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	35%	68%	REGULAR
OTOÑO	30%	92%	REGULAR
INVIERNO	1%	83%	REGULAR
PRIMAVERA	9%	78%	REGULAR
ANUAL	20%	81%	REGULAR

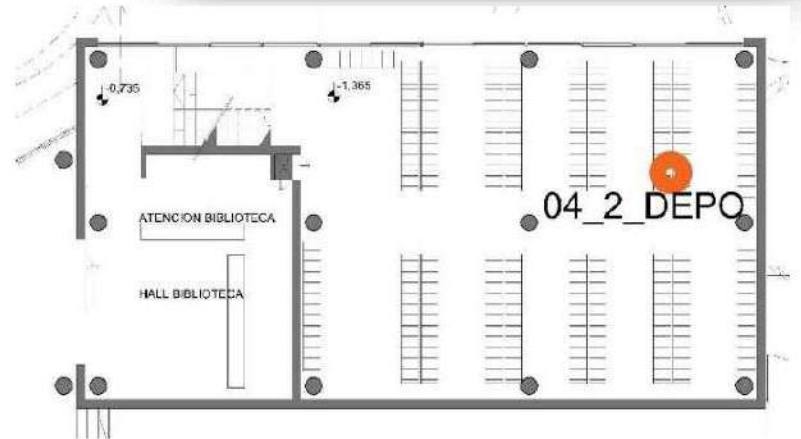
* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 4

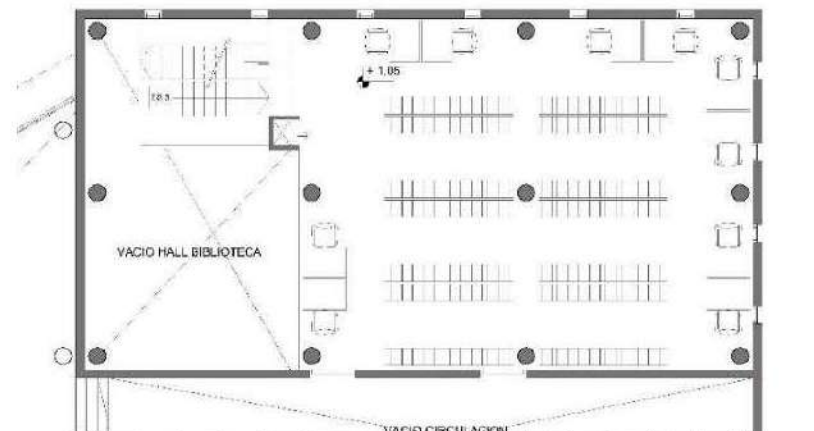
Biblioteca Facultad de Arquitectura y Urbanismo



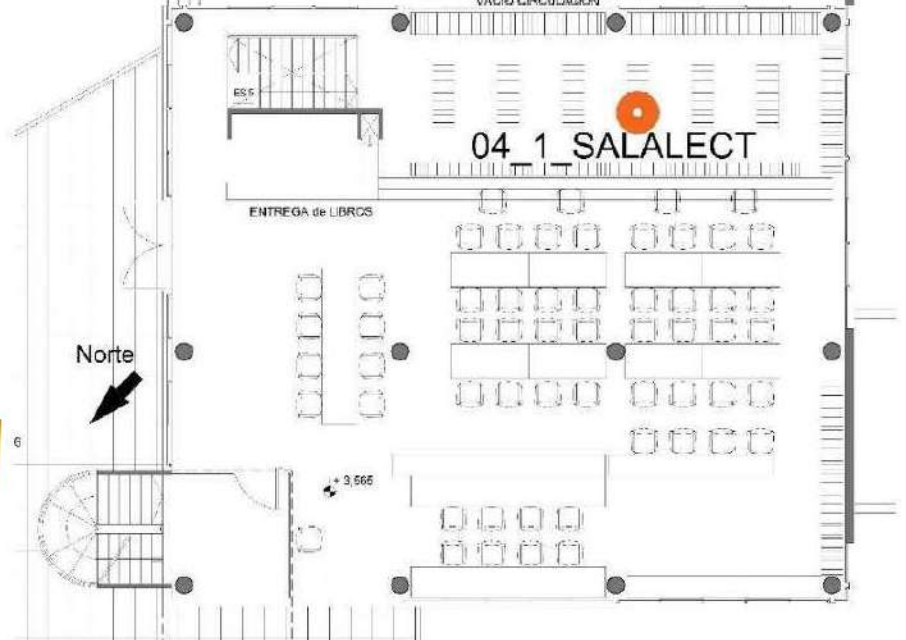
Nivel -1,40. Depósito



Nivel 1,05. Depósito y acceso



Nivel 3,65. Sala de lectura



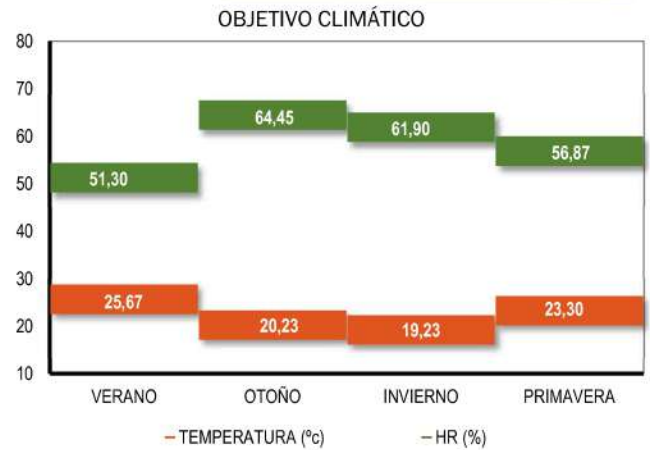
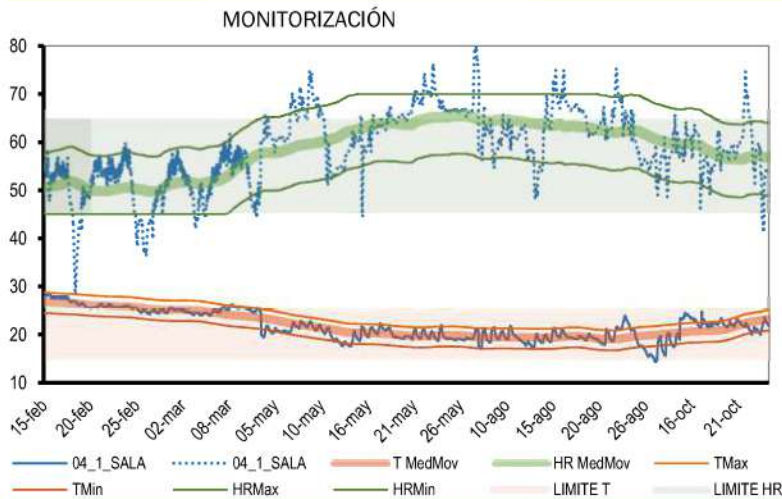
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. ARQUITECTURA

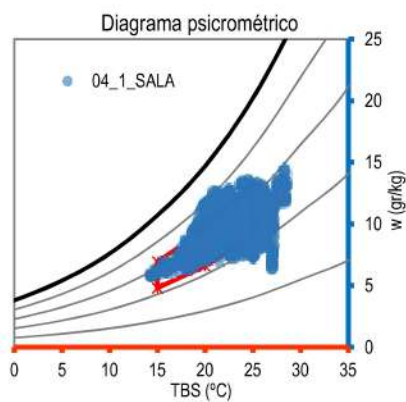
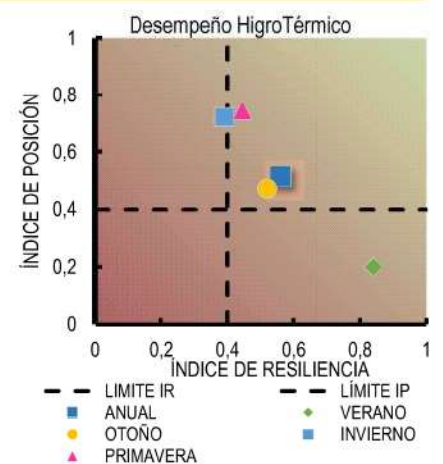
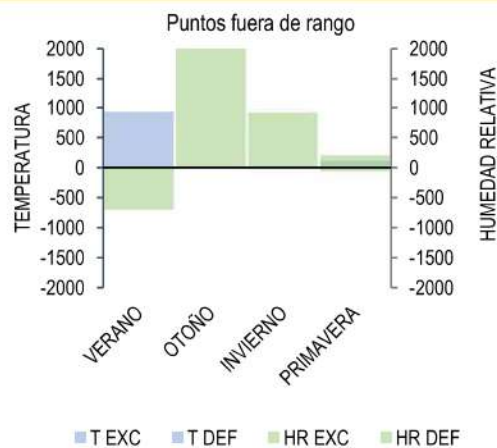
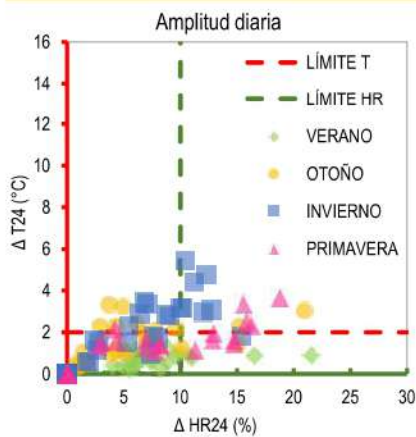
04_1_SALA



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,57
5.- PESADEZ Kg/m2	353,49
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,39
8.- TRANSPARENCIA	0,142
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,47
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	20%	84%	REGULAR
OTOÑO	47%	52%	50%
INVIERNO	72%	39%	REGULAR
PRIMAVERA	75%	44%	60%
ANUAL	52%	56%	54%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

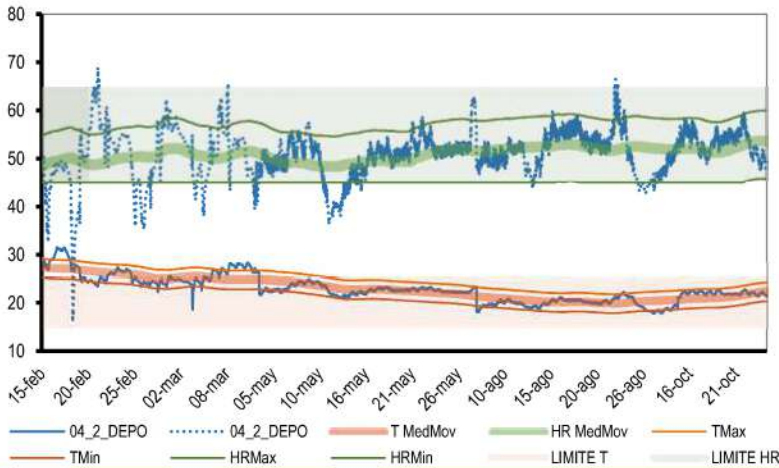
BIB. ARQUITECTURA

04_2_DEPO

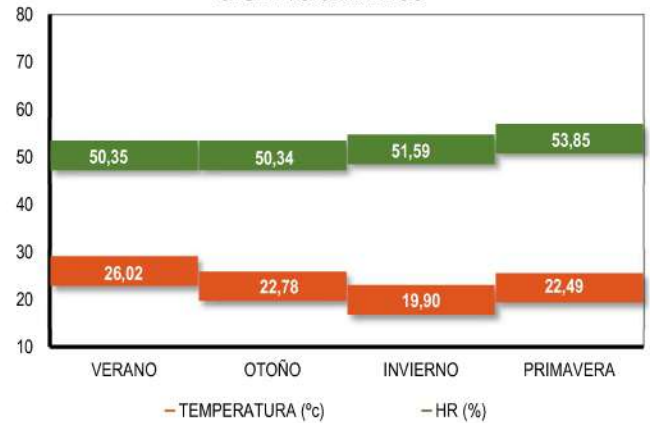


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

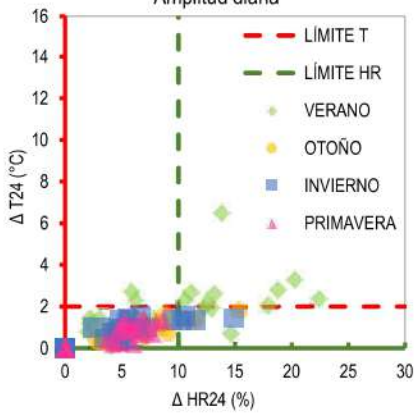


OBJETIVO CLIMÁTICO

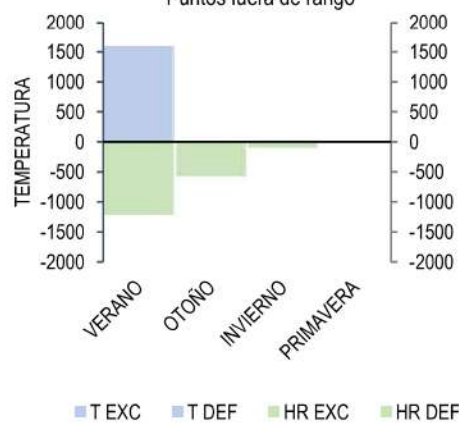


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

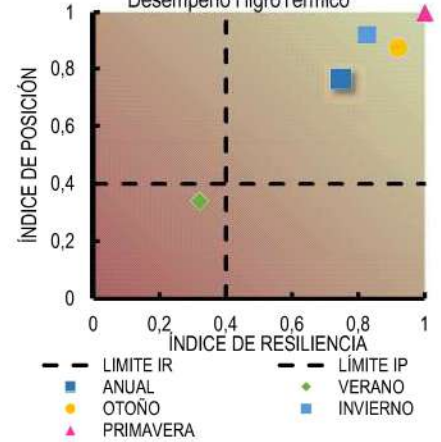
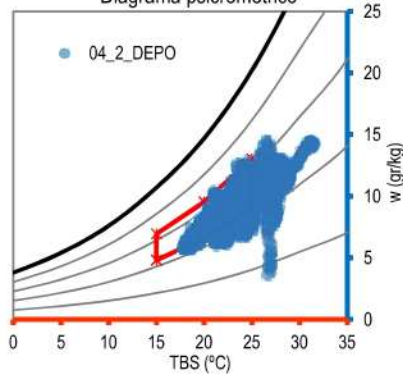


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,61
5.- PESADEZ Kg/m ²	292,57
6.- ASENTAMIENTO	0,34
7.- ADOSAMIENTO	0,55
8.- TRANSPARENCIA	0,026
9.- VALOR "K" W/m ² °C	1,37
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

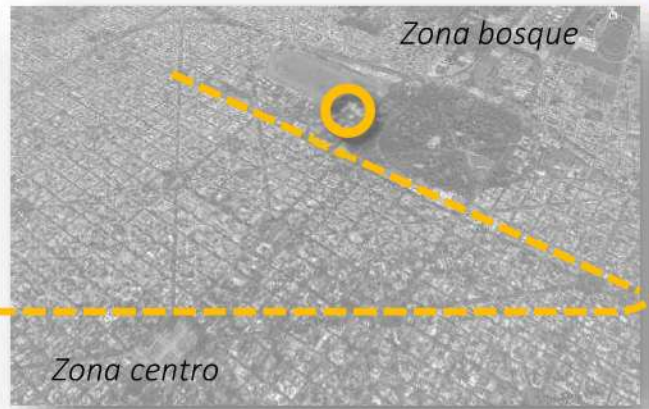
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	34%	32%	REGULAR
OTOÑO	87%	92%	90%
INVIERNO	92%	83%	87%
PRIMAVERA	100%	100%	100%
ANUAL	76%	75%	76%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

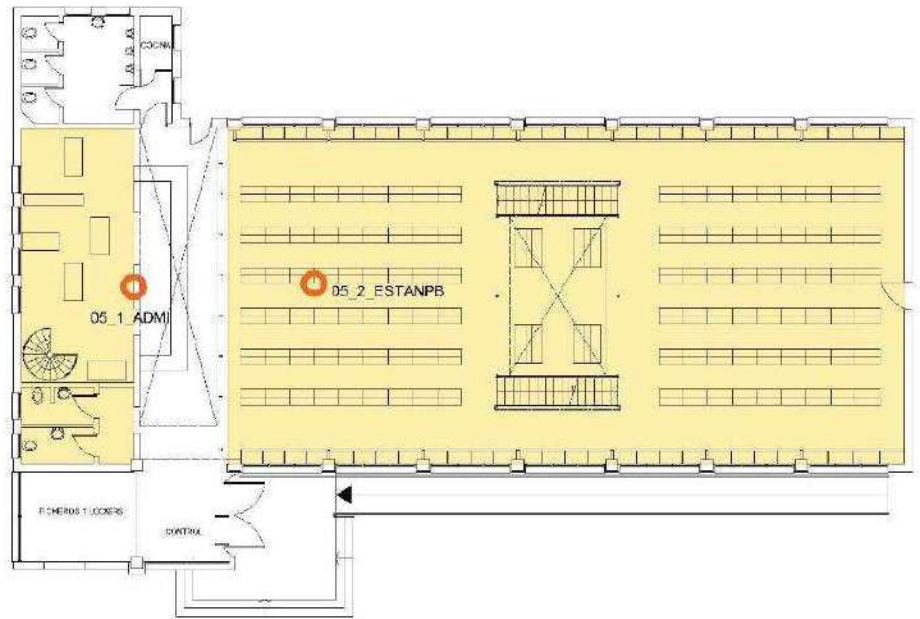
CASO 5

Sistema de Información Integrado.

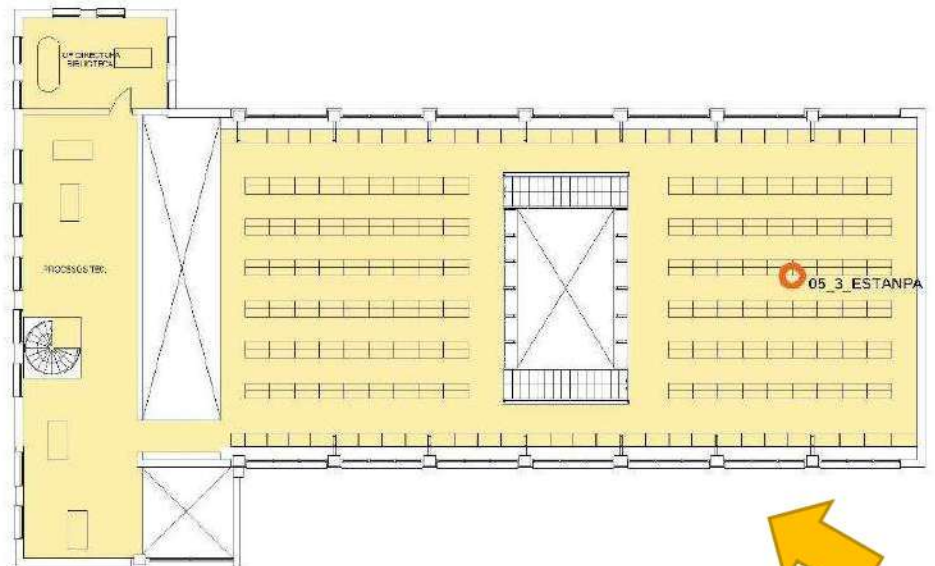
Facultad de Ingeniería



Nivel 0,00. Colección abierta PB y Oficina



Nivel +3,00. Colección abierta PA



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

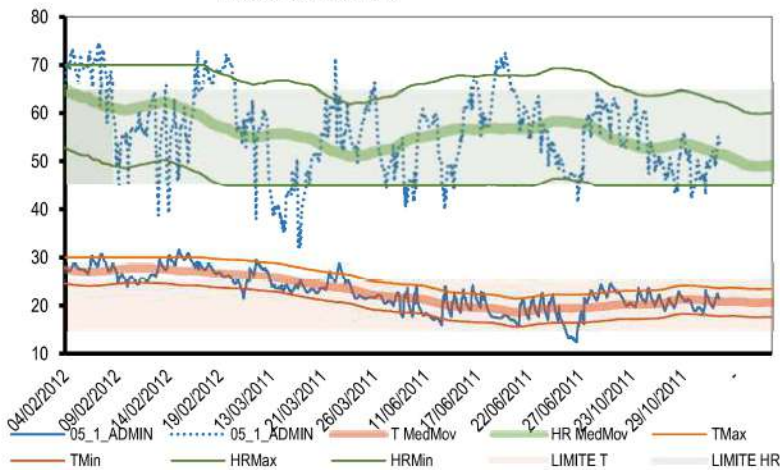
BIB. INGENIERÍA

05_1_ADMIN

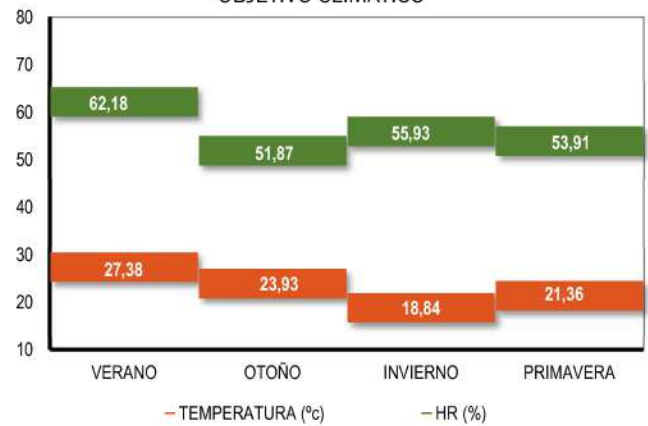


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

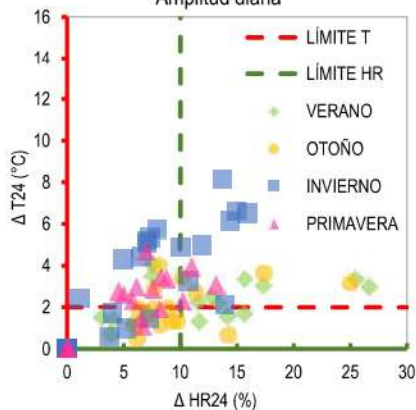


OBJETIVO CLIMÁTICO

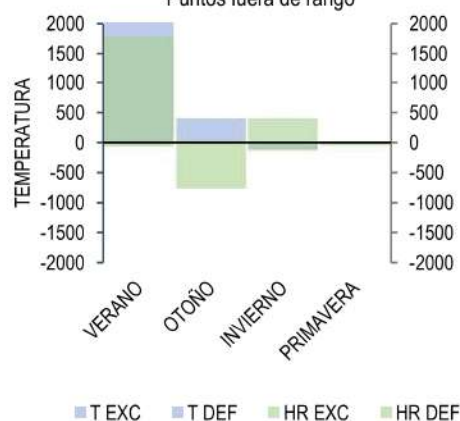


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

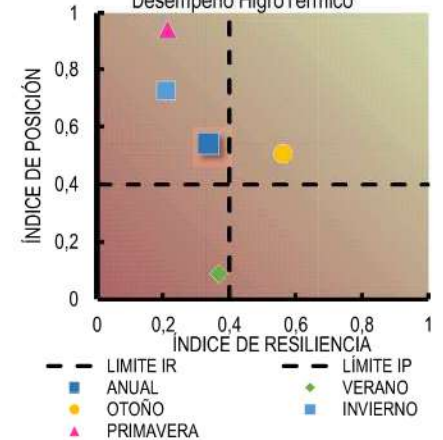
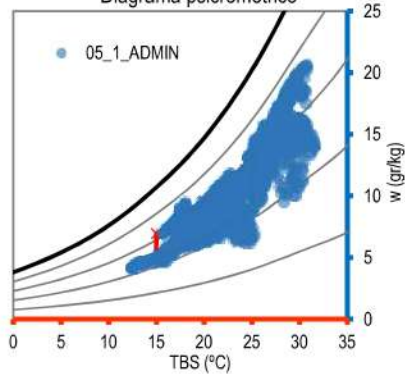


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,74
5.- PESADEZ Kg/m2	284,82
6.- ASENTAMIENTO	0,24
7.- ADOSAMIENTO	0,57
8.- TRANSPARENCIA	0,026
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,51
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	9%	37%	REGULAR
OTOÑO	51%	56%	53%
INVIERNO	72%	21%	REGULAR
PRIMAVERA	94%	21%	REGULAR
ANUAL	54%	34%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

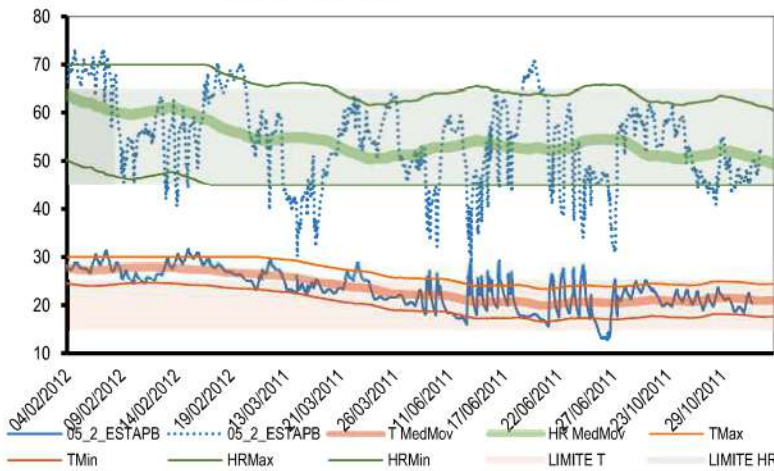
BIB. INGENIERÍA

05_2_ESTAPB

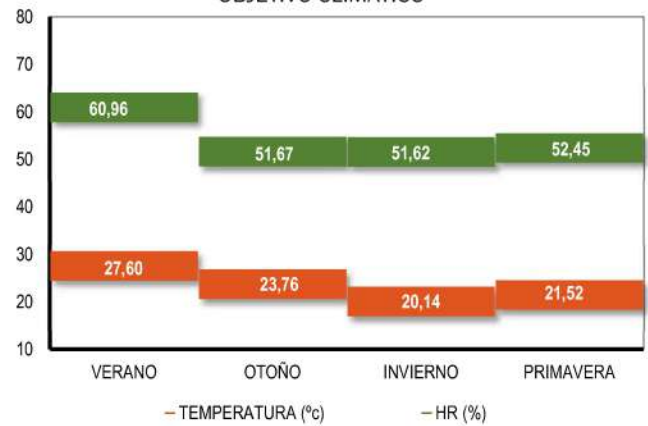


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

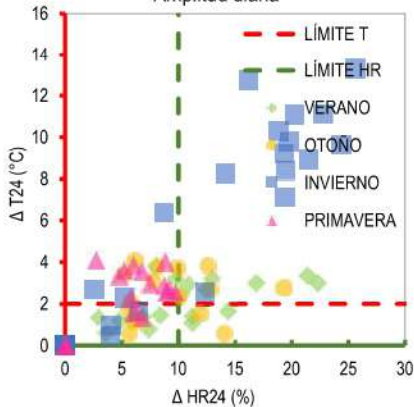


OBJETIVO CLIMÁTICO

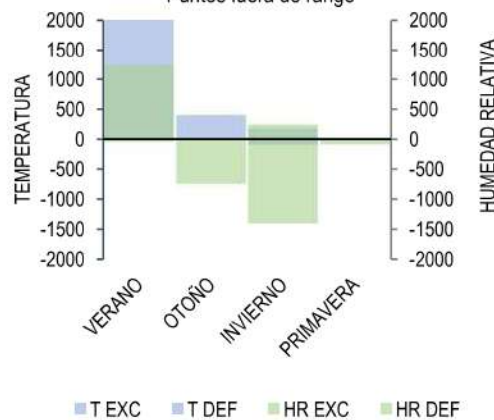


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

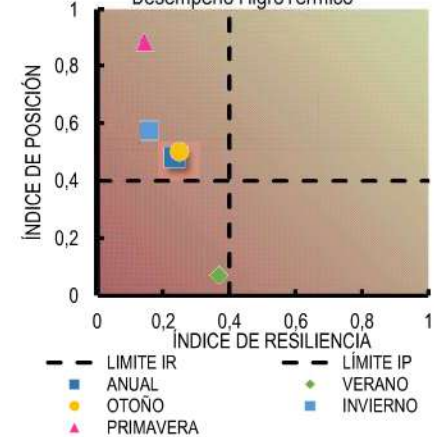
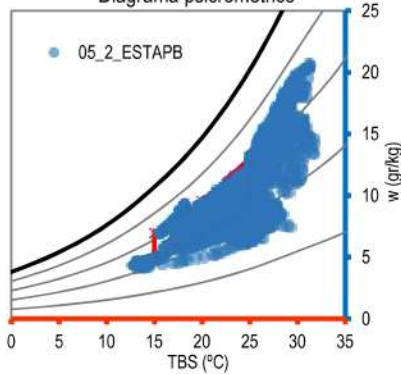


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,66
5.- PESADECZ Kg/m2	231,38
6.- ASENTAMIENTO	0,29
7.- ADOSAMIENTO	0,07
8.- TRANSPARENCIA	0,116
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,24
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	7%	37%	REGULAR
OTOÑO	50%	25%	REGULAR
INVIERNO	57%	16%	REGULAR
PRIMAVERA	89%	14%	REGULAR
ANUAL	48%	24%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

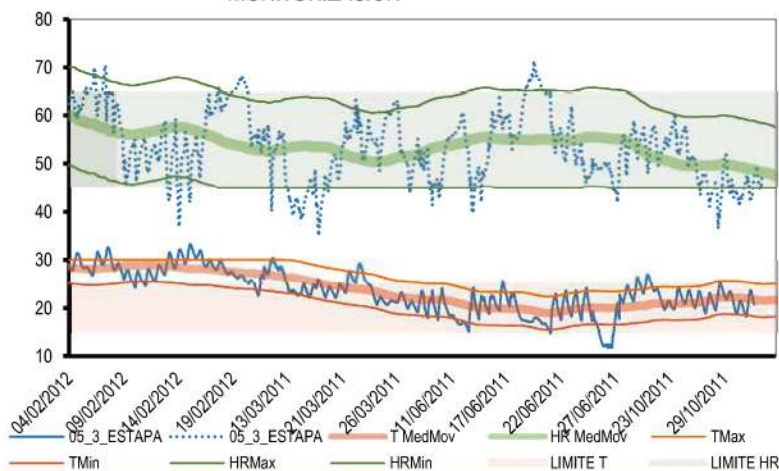


BIB. INGENIERÍA

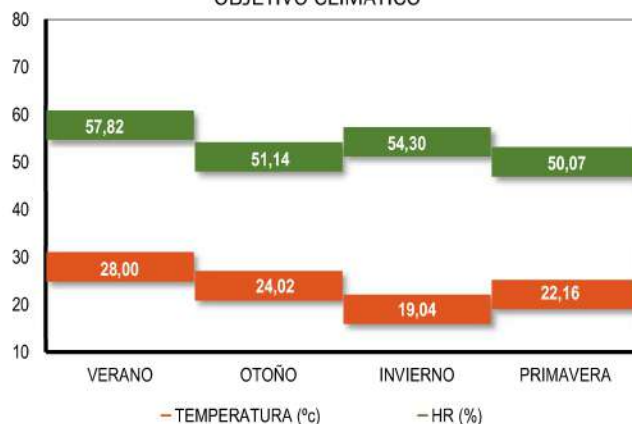
05_3_ESTAPA

MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

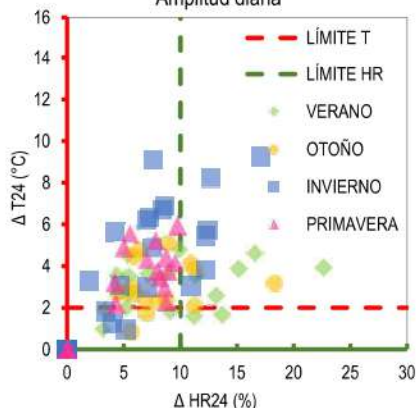


OBJETIVO CLIMÁTICO

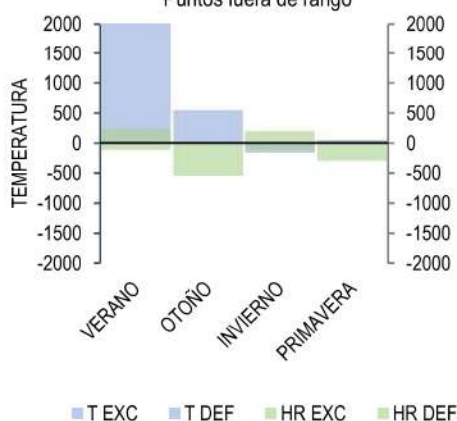


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

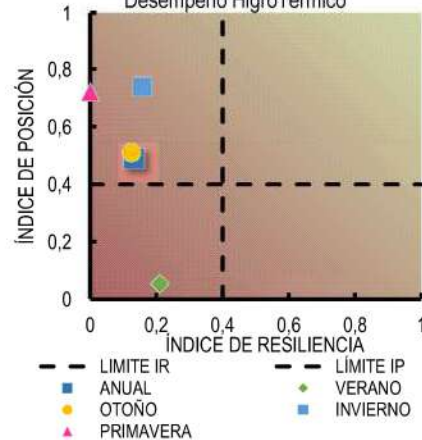
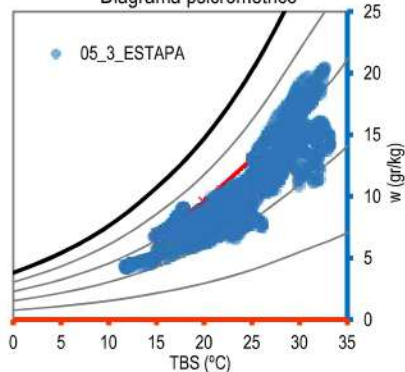


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,66
5.- PESADEZ Kg/m ²	231,38
6.- ASENTAMIENTO	0,29
7.- ADOSAMIENTO	0,07
8.- TRANSPARENCIA	0,116
9.- VALOR "K" W/m ² °C	2,24
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	5%	21%	REGULAR
OTOÑO	51%	13%	REGULAR
INVIERNO	74%	16%	REGULAR
PRIMAVERA	72%	0%	REGULAR
ANUAL	49%	13%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

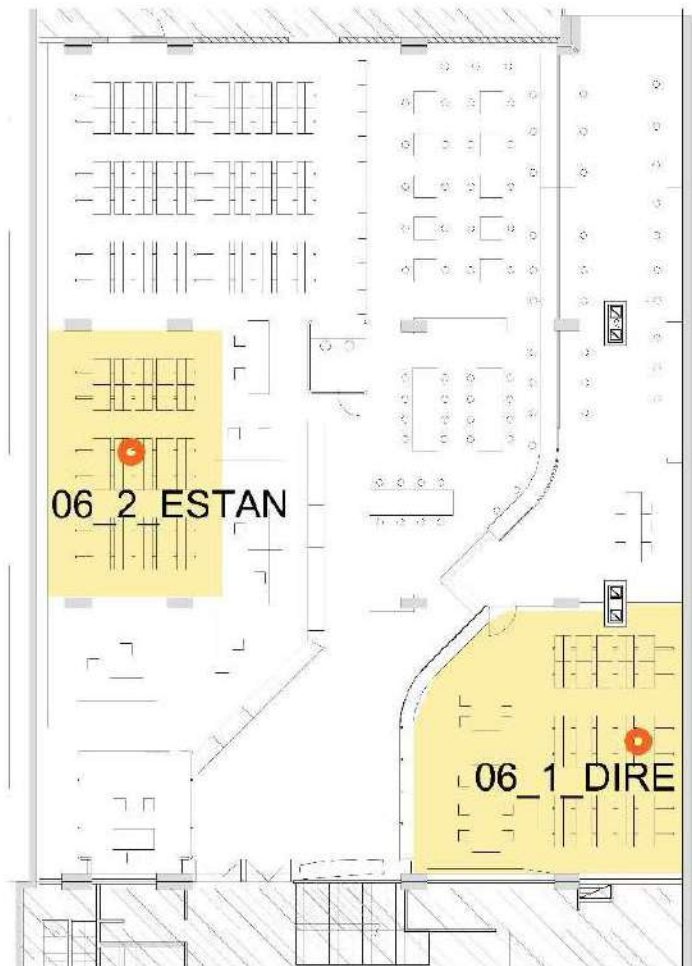
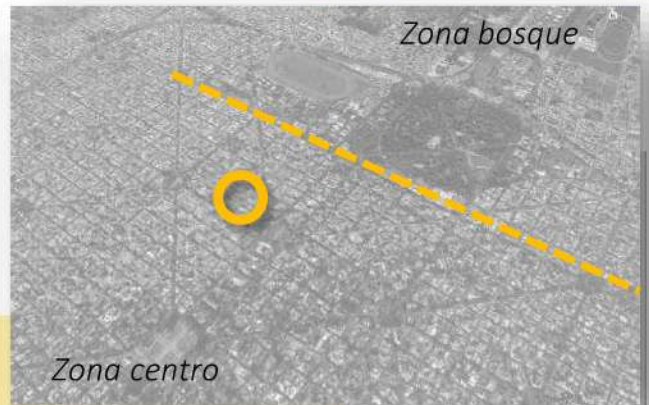
CASO 6

Biblioteca Raúl A. Granoni

Facultad de Ciencias Económicas



Nivel -8,00. Acceso Biblioteca



Nivel -4,32. Acceso Biblioteca

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

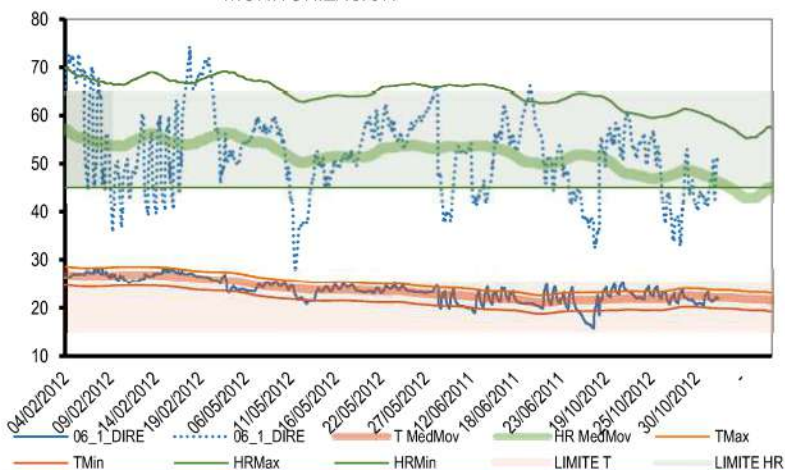
BIB. CS. ECONÓMICA

06_1_DIRE

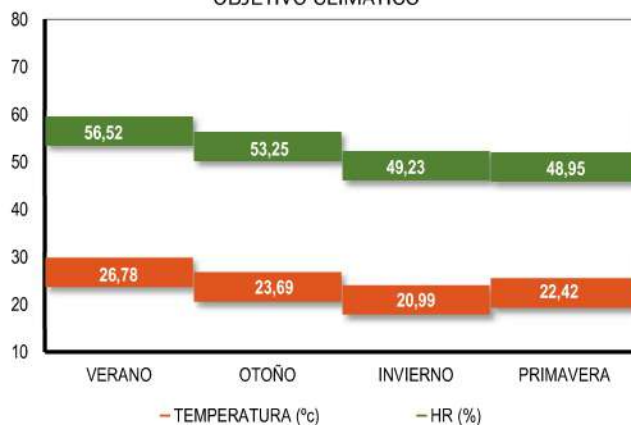


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

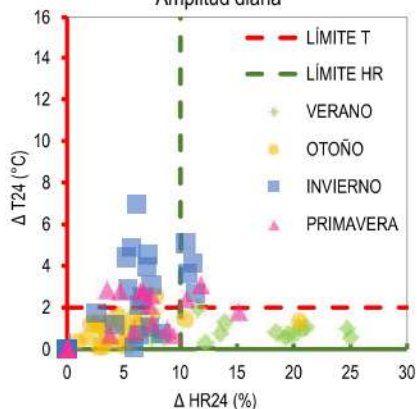


OBJETIVO CLIMÁTICO

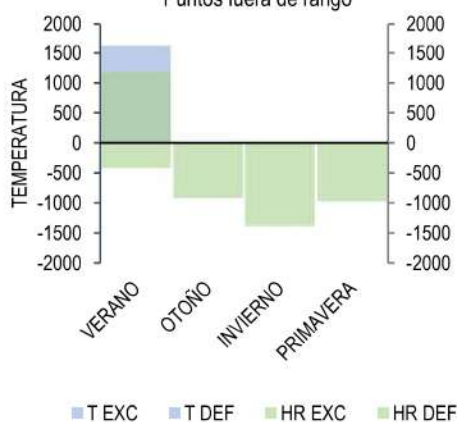


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

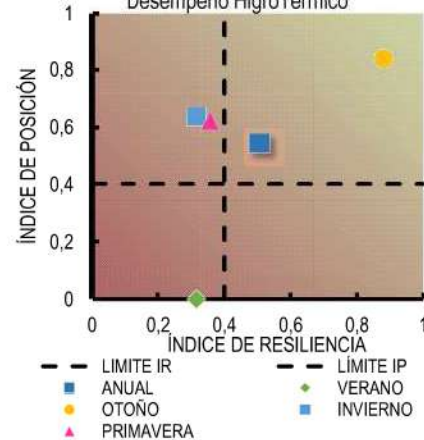
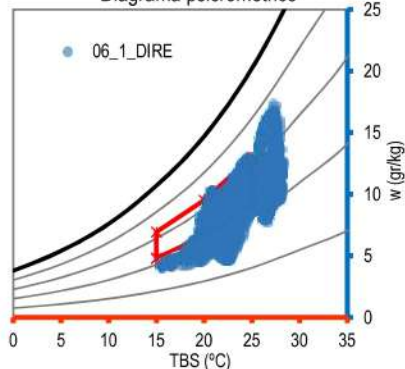


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,72
5.- PESADEZ Kg/m2	323,83
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,58
8.- TRANSPARENCIA	0,019
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,91
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	32%	REGULAR
OTOÑO	84%	88%	86%
INVIERNO	64%	32%	REGULAR
PRIMAVERA	63%	36%	REGULAR
ANUAL	54%	51%	53%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

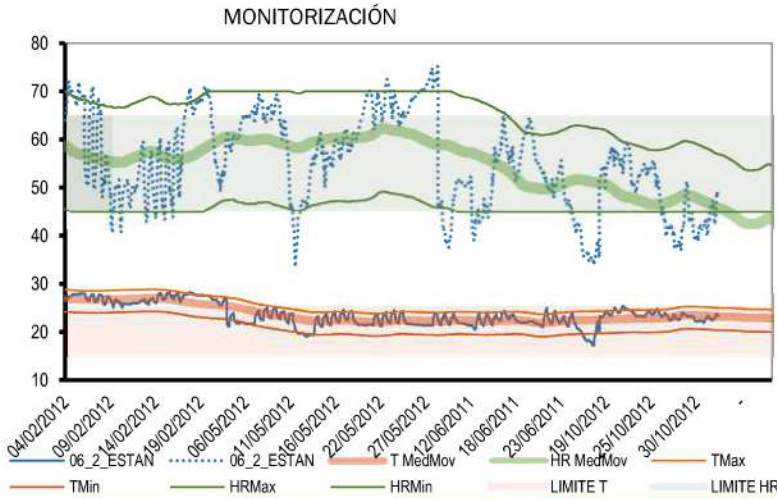
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CS. ECONÓMICAS

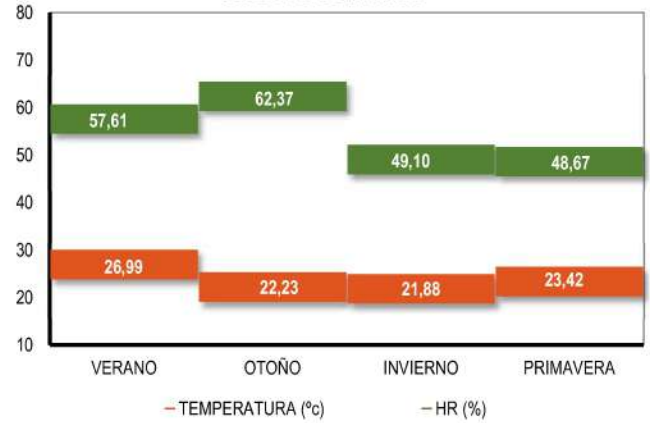
06_2_ESTAN



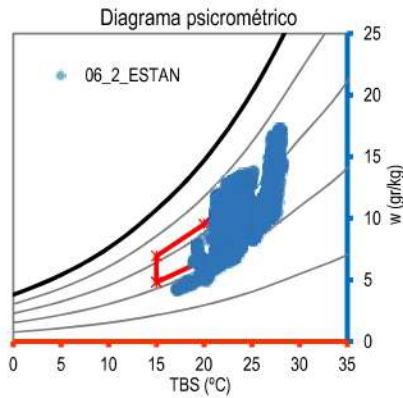
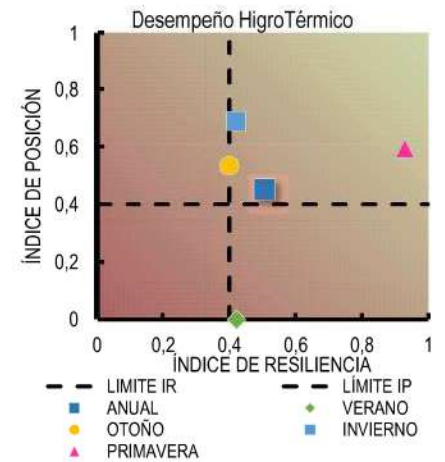
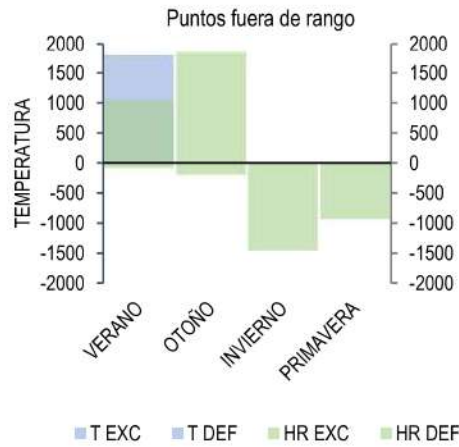
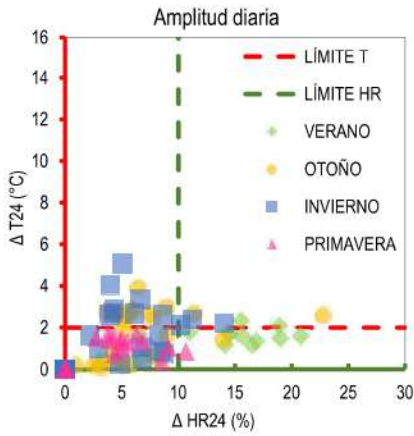
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,46
5.- PESADECZ Kg/m2	444,71
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,85
8.- TRANSPARENCIA	0,02
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	42%	REGULAR
OTOÑO	53%	40%	REGULAR
INVIERNO	69%	42%	55%
PRIMAVERA	59%	93%	76%
ANUAL	45%	51%	48%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

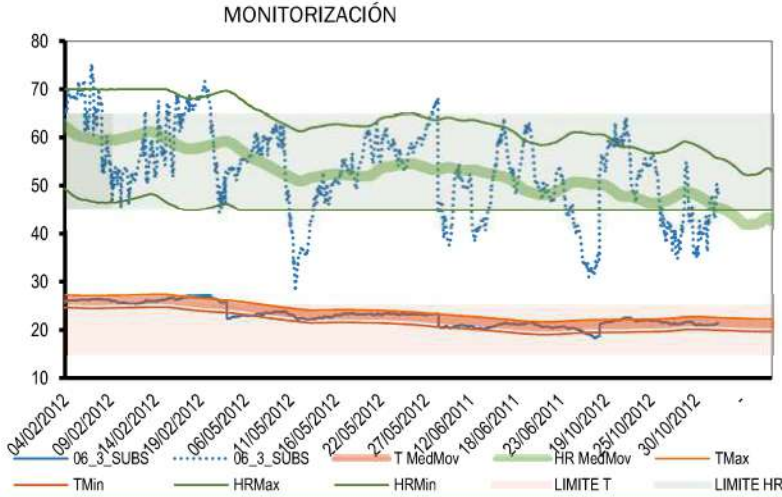
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

BIB. CS. ECONÓMICAS

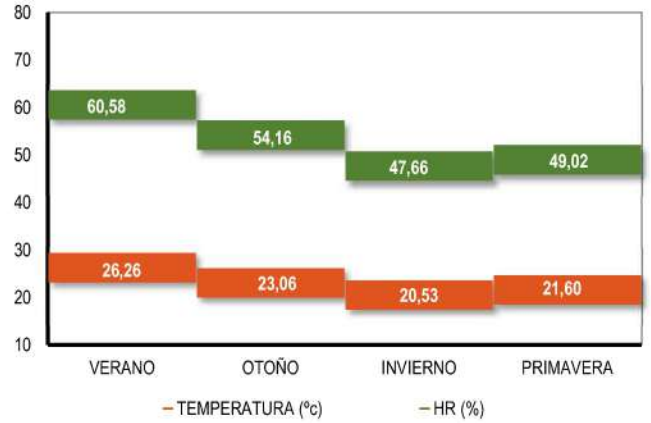
06_3_SUBS



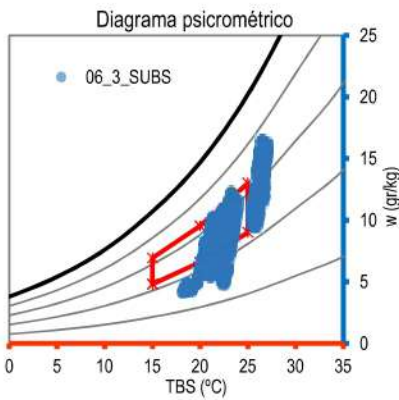
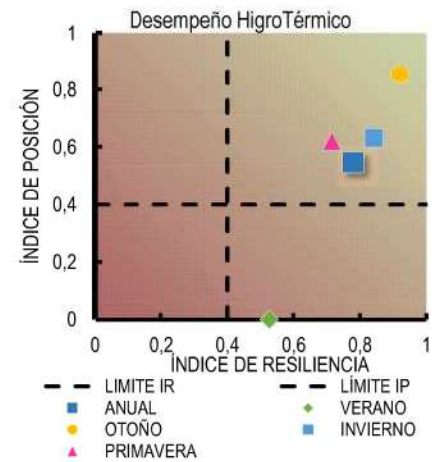
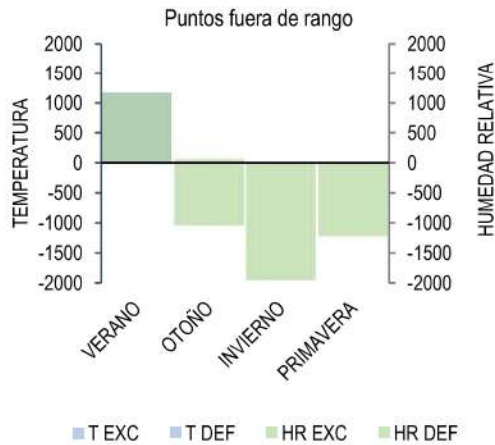
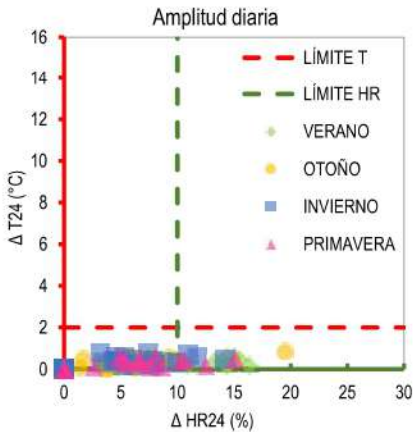
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,58
5.- PESADECZ Kg/m2	475,45
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	1
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,23
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

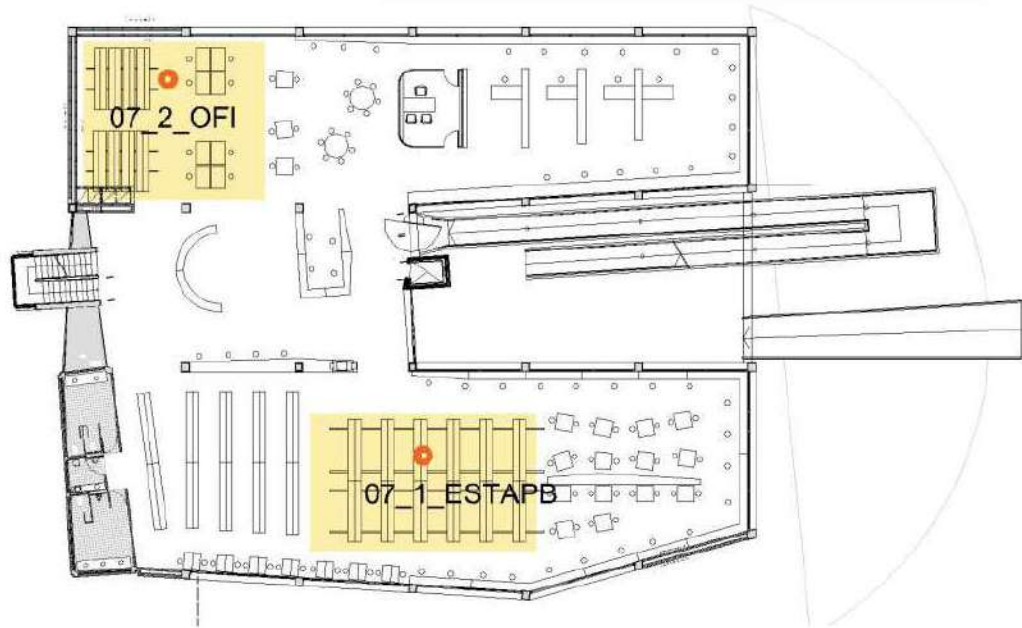
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	53%	REGULAR
OTOÑO	85%	92%	89%
INVIERNO	63%	84%	74%
PRIMAVERA	62%	71%	67%
ANUAL	55%	78%	66%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

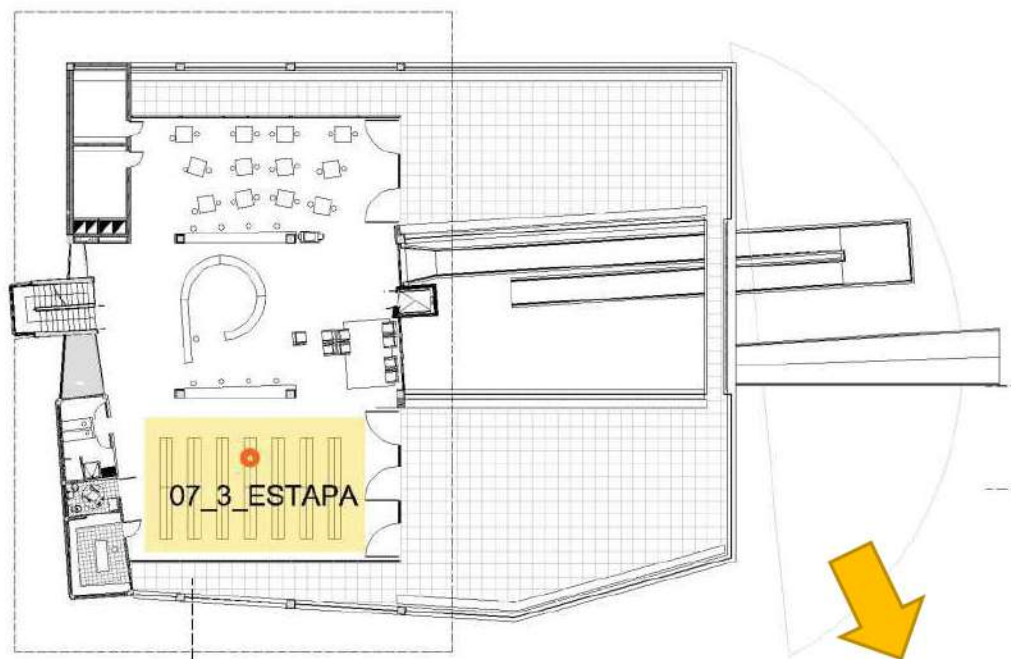
CASO 7

Biblioteca Conjunta

Facultad de Ciencias Veterinarias y
Ciencias Agrarias y Forestales



Nivel 5,00. Acceso Biblioteca



Nivel 9,40. Biblioteca

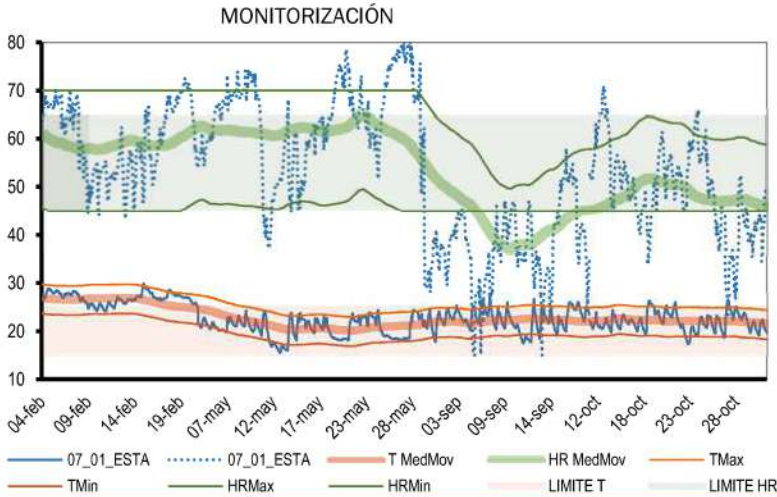
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES



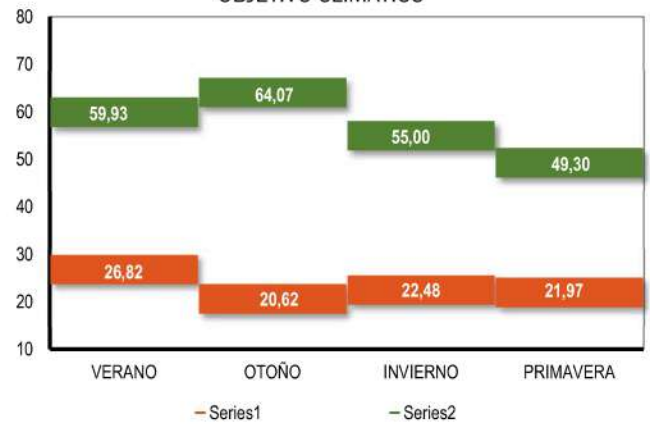
BIB. CONJUNTA

07_01_ESTA

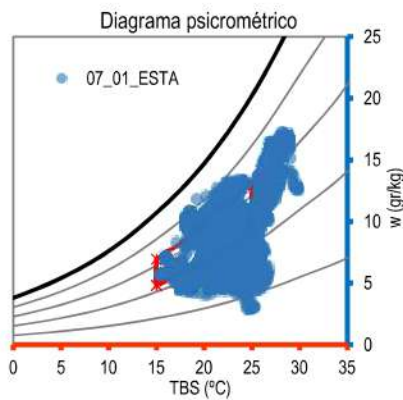
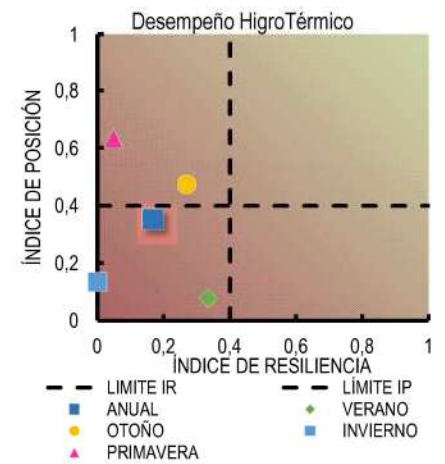
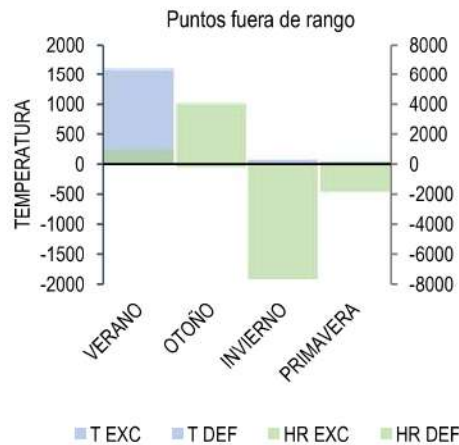
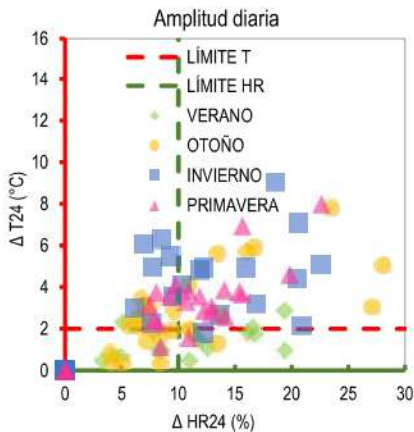
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,42
5.- PESADECZ Kg/m2	354
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,27
8.- TRANSPARENCIA	0,151
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,62
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	8%	33%	REGULAR
OTOÑO	47%	27%	REGULAR
INVIERNO	13%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	63%	5%	REGULAR
ANUAL	35%	17%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

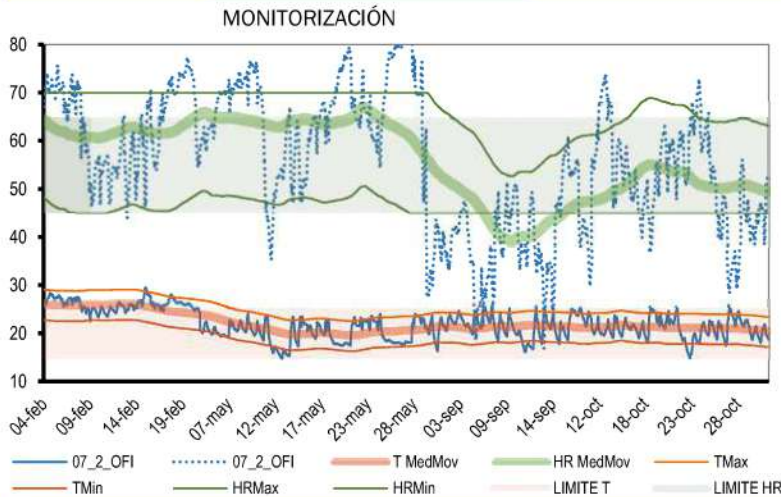
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CONJUNTA

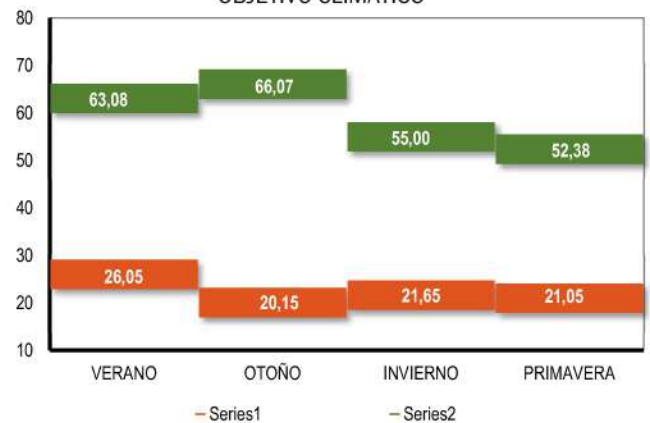
07_2_OFI



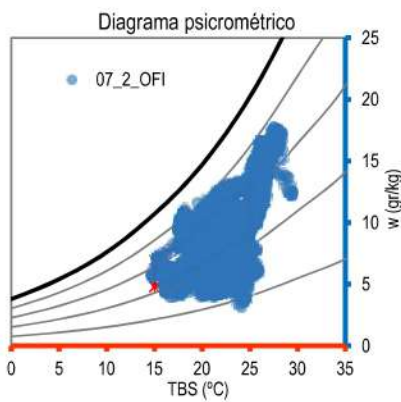
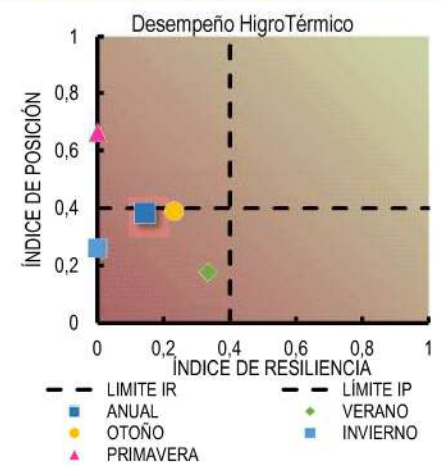
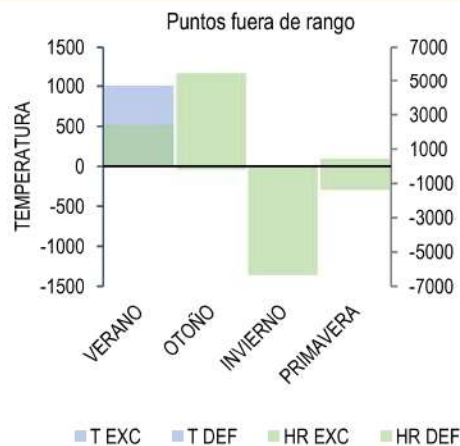
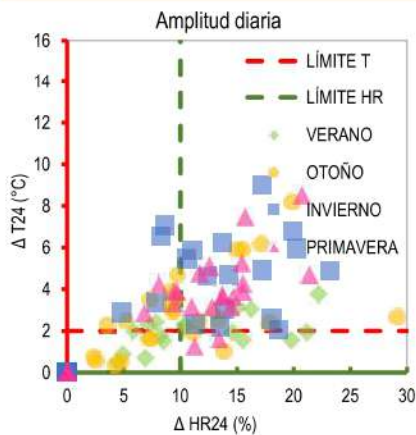
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,42
5.- PESADEZ Kg/m2	354
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,27
8.- TRANSPARENCIA	0,151
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,62
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	18%	33%	REGULAR
OTOÑO	39%	23%	REGULAR
INVIERNO	26%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	66%	0%	REGULAR
ANUAL	38%	14%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

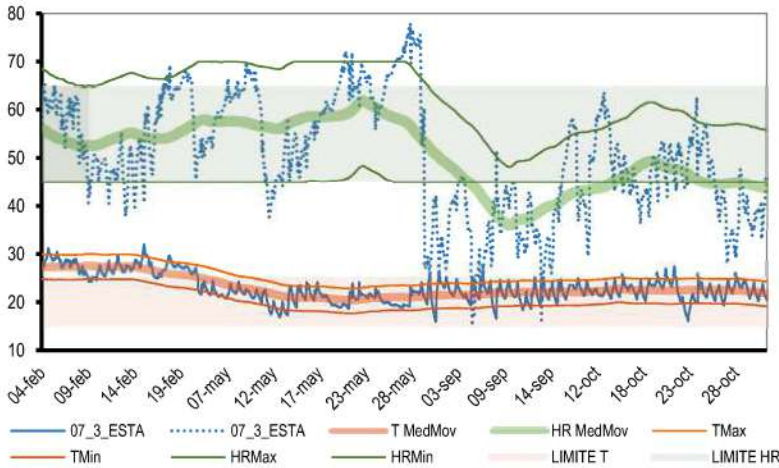
BIB. CONJUNTA

07_3_ESTA

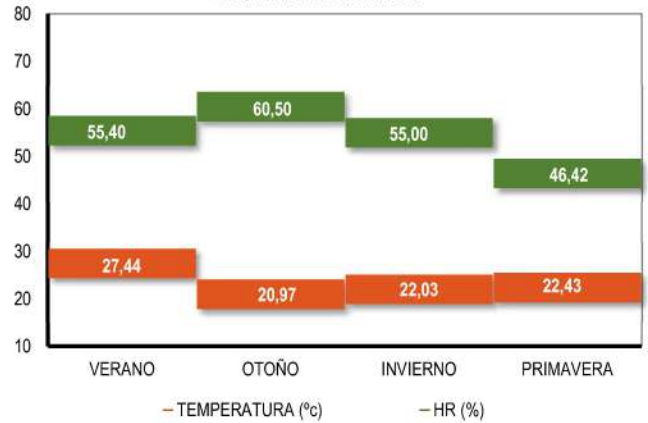


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

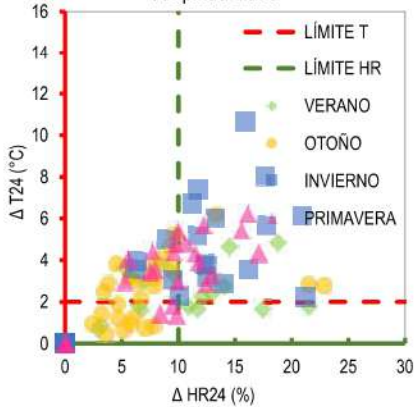


OBJETIVO CLIMÁTICO

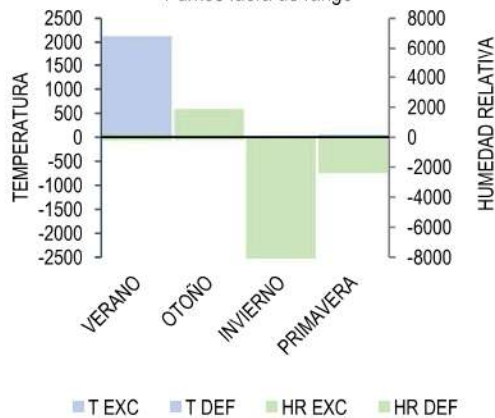


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

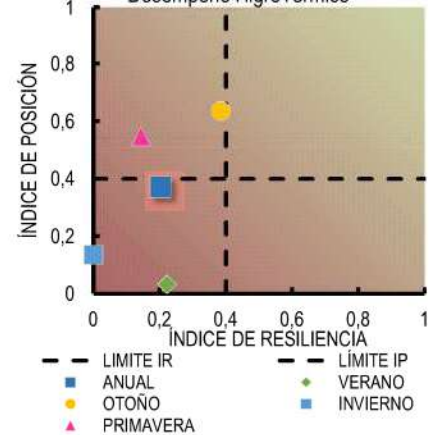
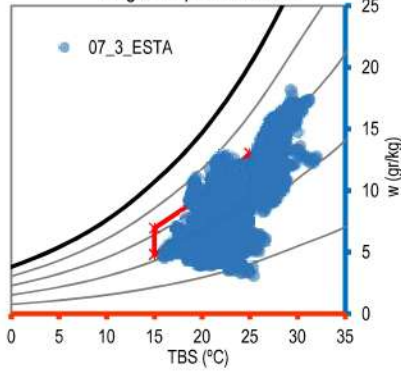


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,5
5.- PESADEZ Kg/m2	355,5
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,36
8.- TRANSPARENCIA	0,137
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,45
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

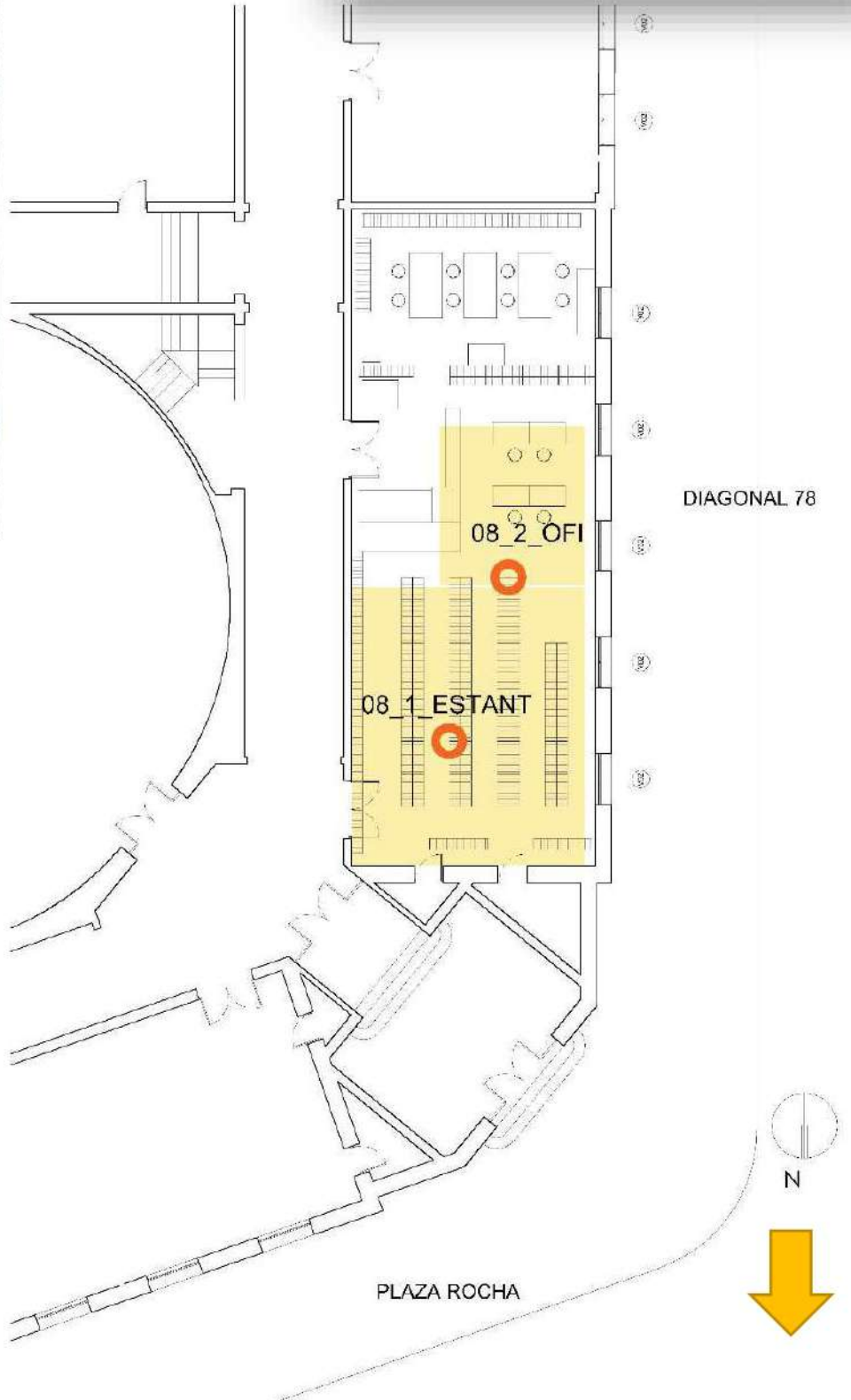
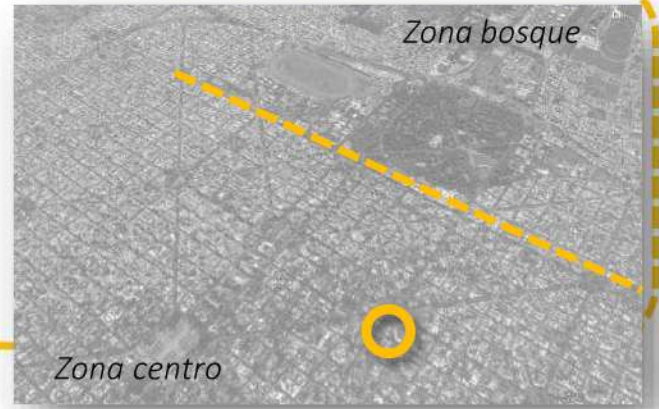
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	3%	22%	REGULAR
OTOÑO	63%	38%	REGULAR
INVIERNO	13%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	55%	14%	REGULAR
ANUAL	37%	20%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 8

Biblioteca Fernán Félix de Amador

Facultad de Bellas Artes



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

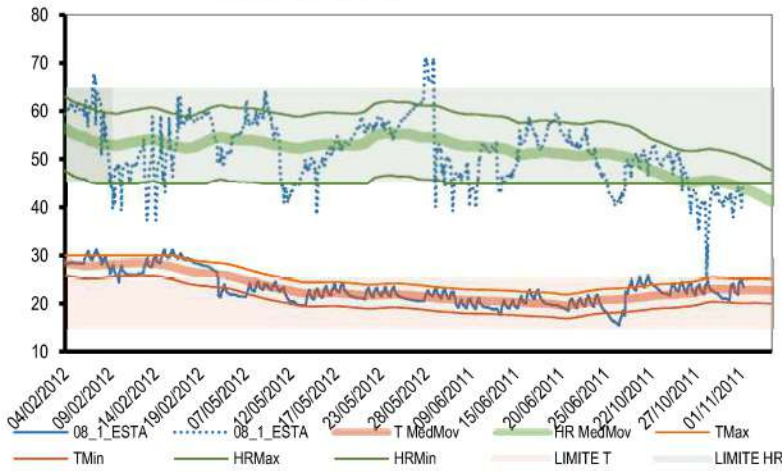
BIB. BELLAS ARTES

08_1_ESTA

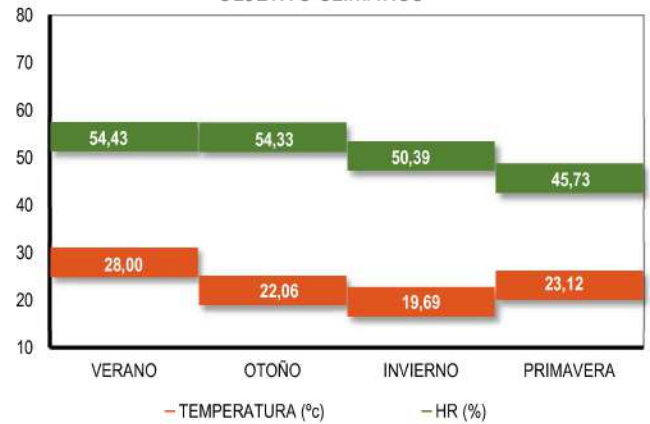


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

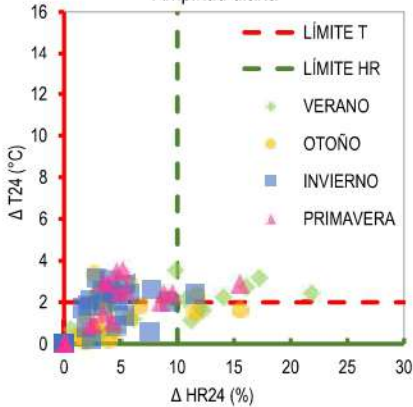


OBJETIVO CLIMÁTICO

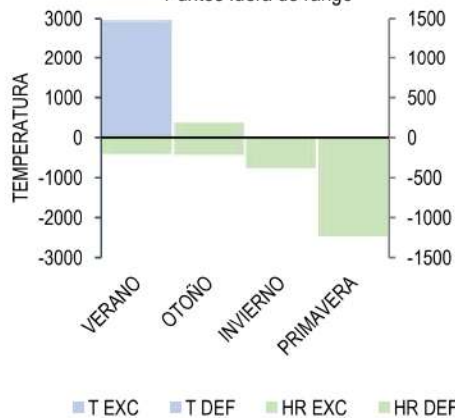


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

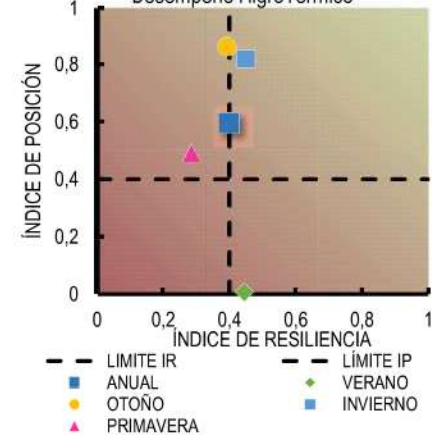
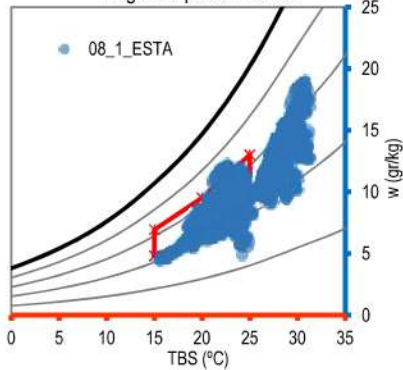


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,5
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	1%	44%	REGULAR
OTOÑO	86%	39%	REGULAR
INVIERNO	82%	45%	64%
PRIMAVERA	49%	29%	REGULAR
ANUAL	60%	40%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

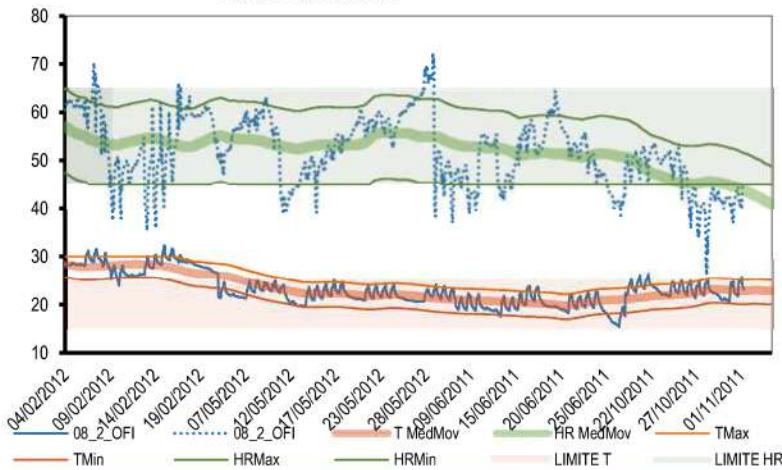
BIB. BELLAS ARTES

08_2_OFI

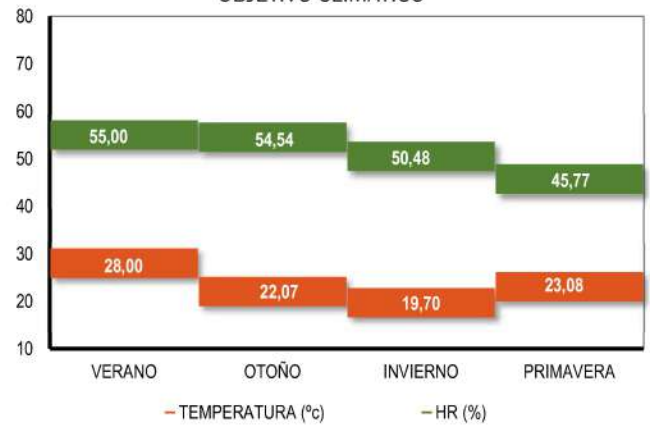


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

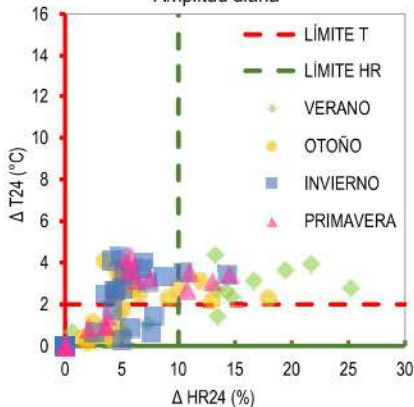


OBJETIVO CLIMÁTICO

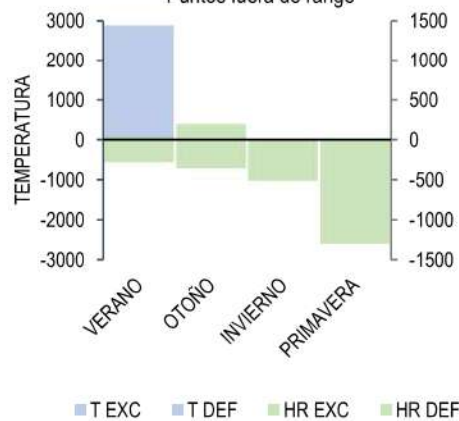


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

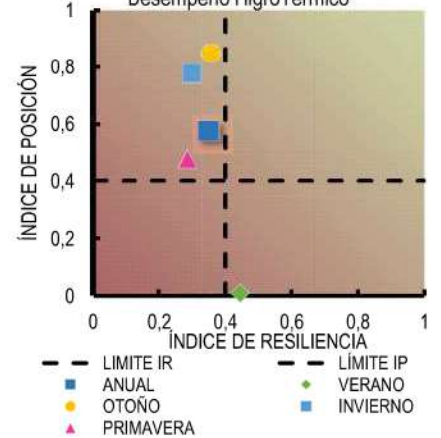
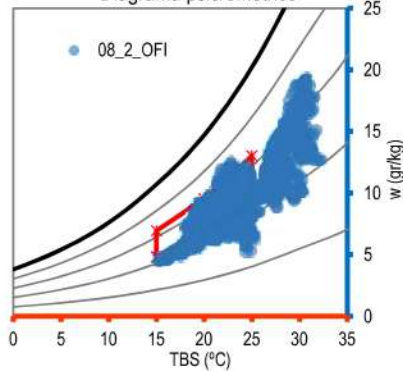


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	461,7
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,5
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

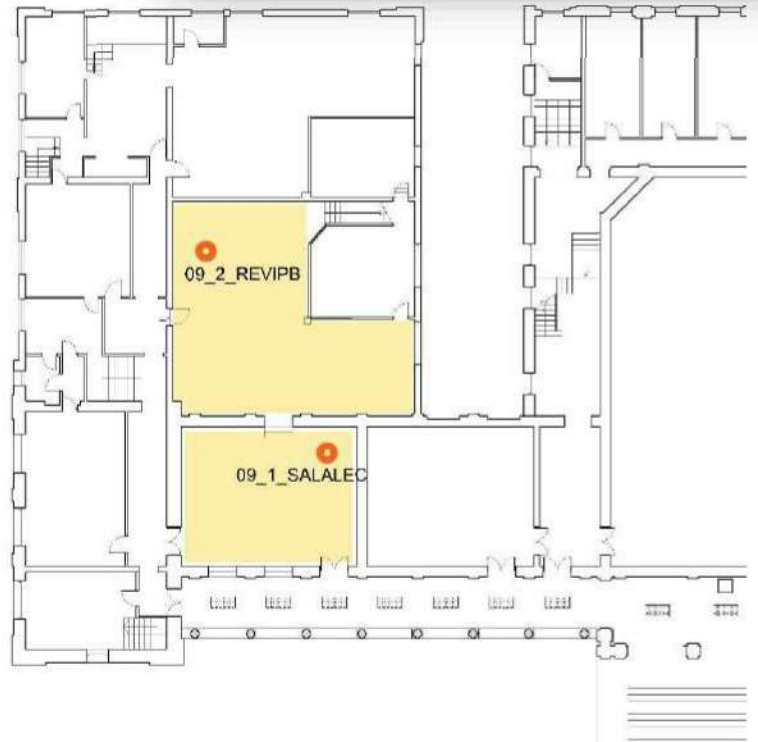
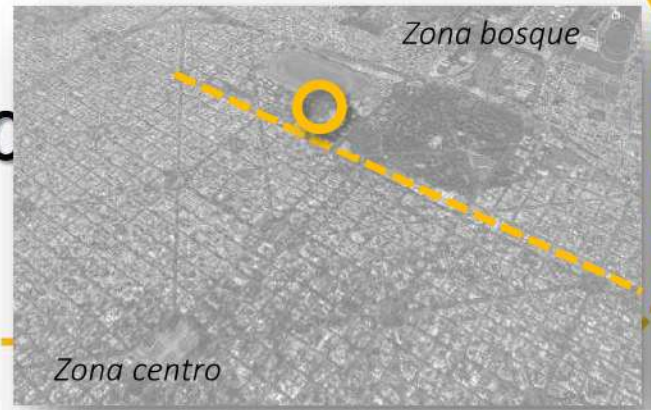
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	1%	44%	REGULAR
OTOÑO	85%	36%	REGULAR
INVIERNO	78%	30%	REGULAR
PRIMAVERA	48%	29%	REGULAR
ANUAL	58%	35%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 9

Biblioteca Departamento de Física

Facultad de Ciencias Exactas



Planta acceso



Planta alta.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

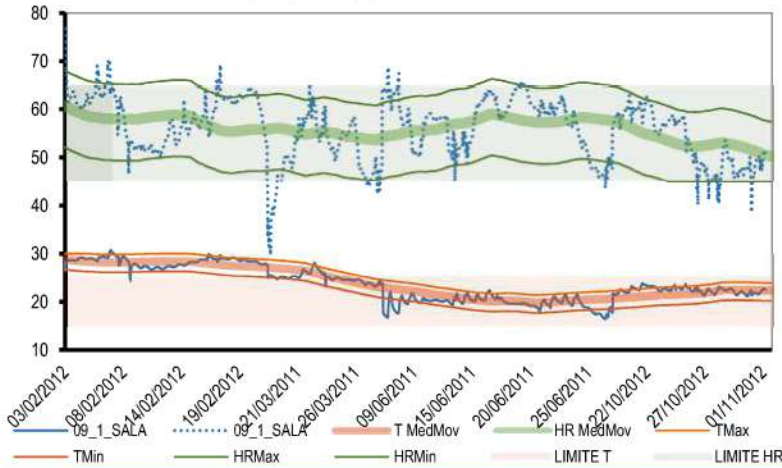
BIB. DPTO.DE FÍSICA

09_1_SALA

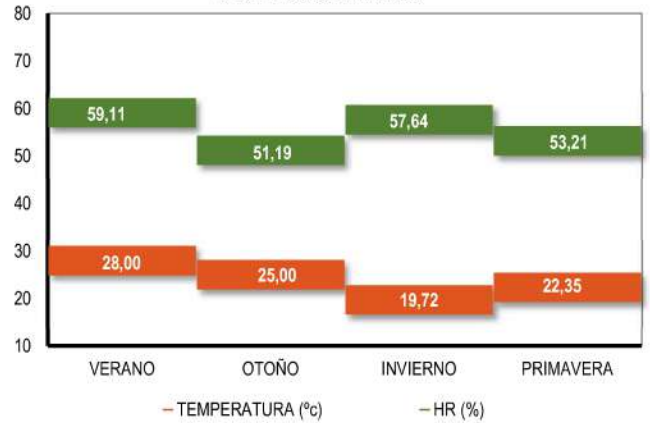


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

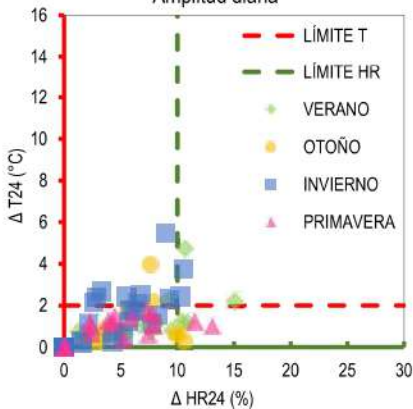


OBJETIVO CLIMÁTICO

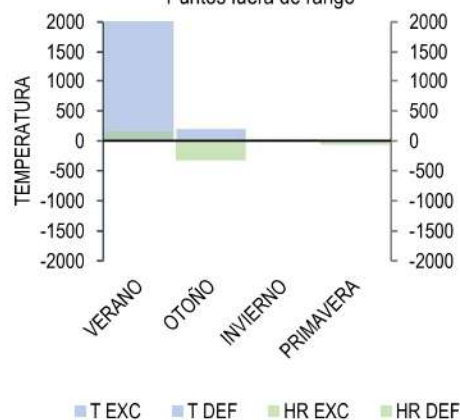


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

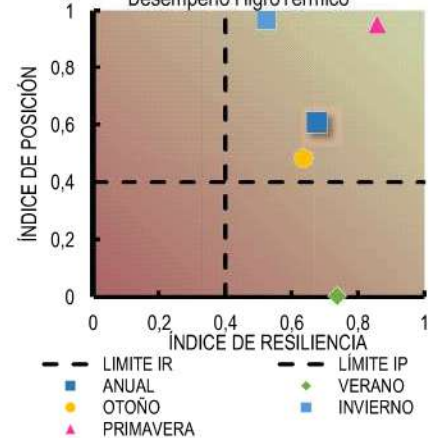
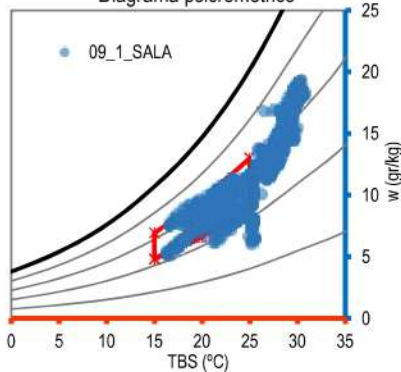


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	74%	REGULAR
OTOÑO	48%	64%	56%
INVIERNO	97%	52%	75%
PRIMAVERA	95%	86%	90%
ANUAL	61%	68%	64%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

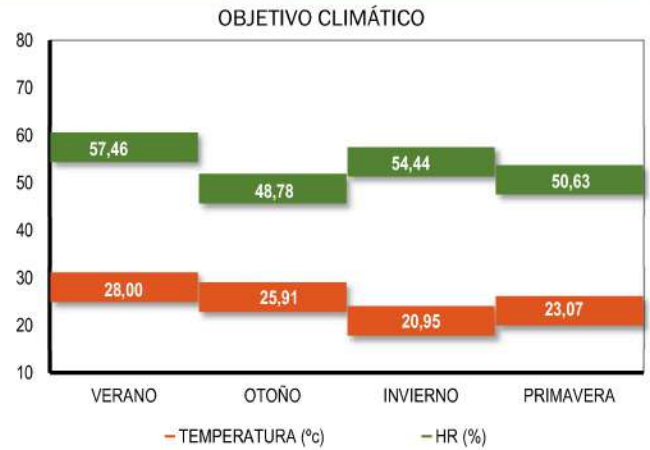
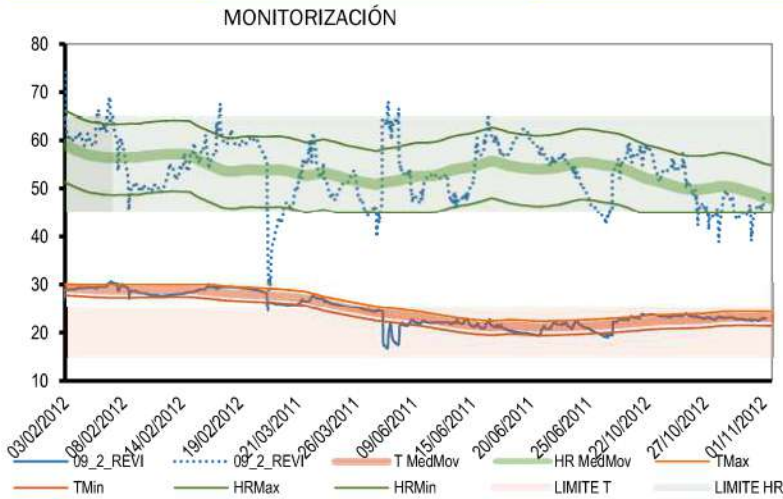
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. DPTO.DE FÍSICA

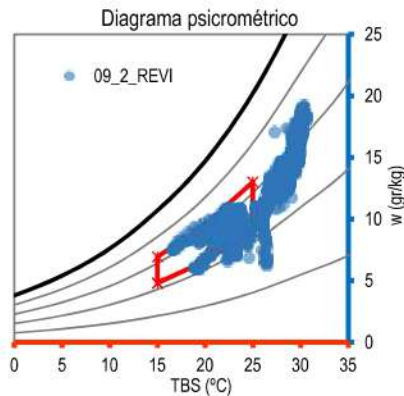
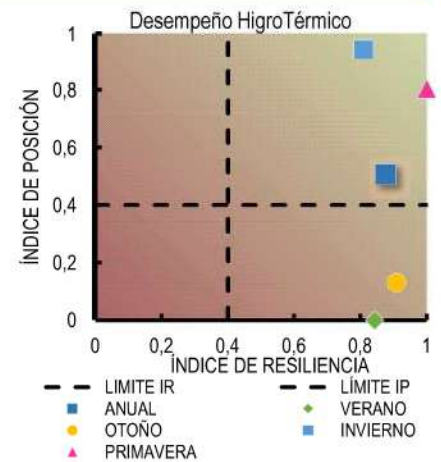
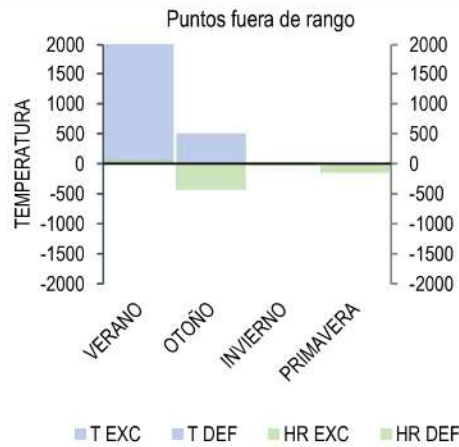
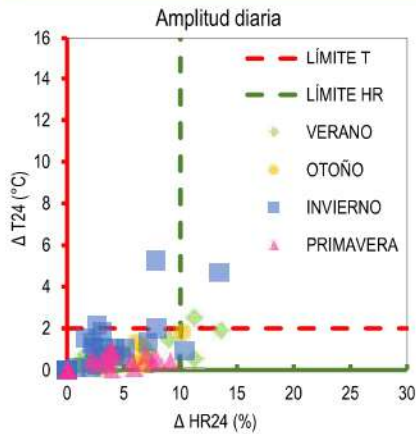
09_2_REVI



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADEZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K"W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	84%	REGULAR
OTOÑO	13%	91%	REGULAR
INVIERNO	94%	81%	88%
PRIMAVERA	80%	100%	90%
ANUAL	51%	88%	69%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

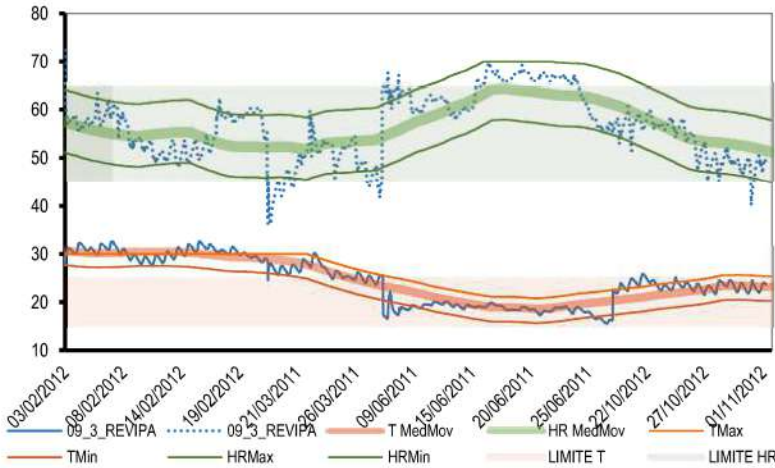
BIB. DPTO. DE FÍSICA

09_3_REVIPA

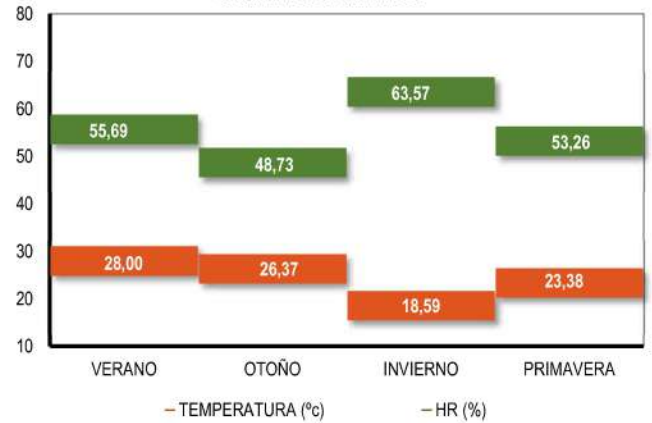


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

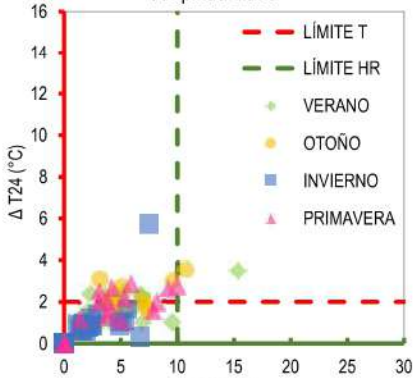


OBJETIVO CLIMÁTICO

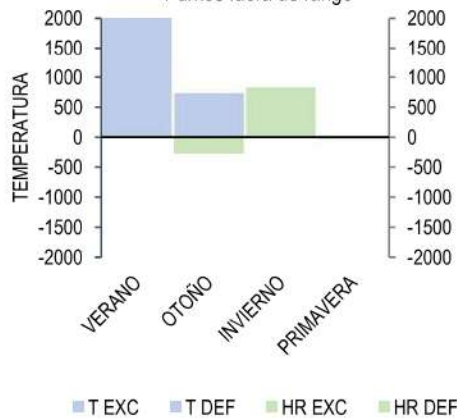


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

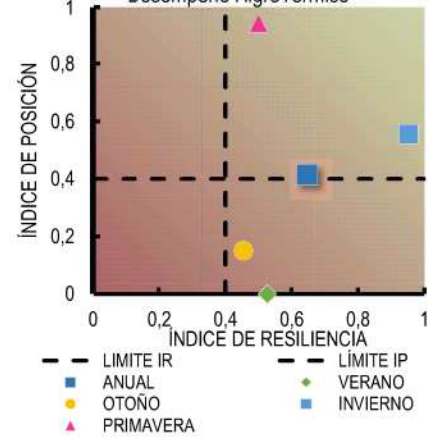
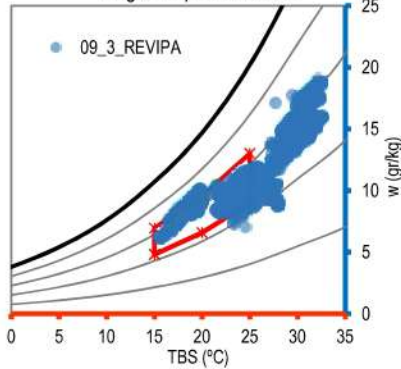


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

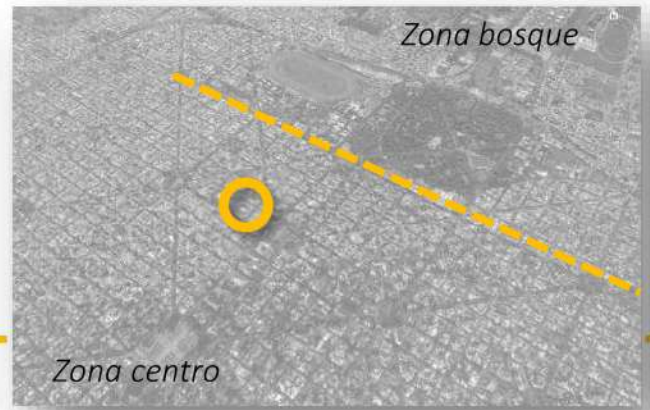
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	53%	REGULAR
OTOÑO	15%	45%	REGULAR
INVIERNO	55%	95%	75%
PRIMAVERA	94%	50%	72%
ANUAL	41%	65%	53%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 10

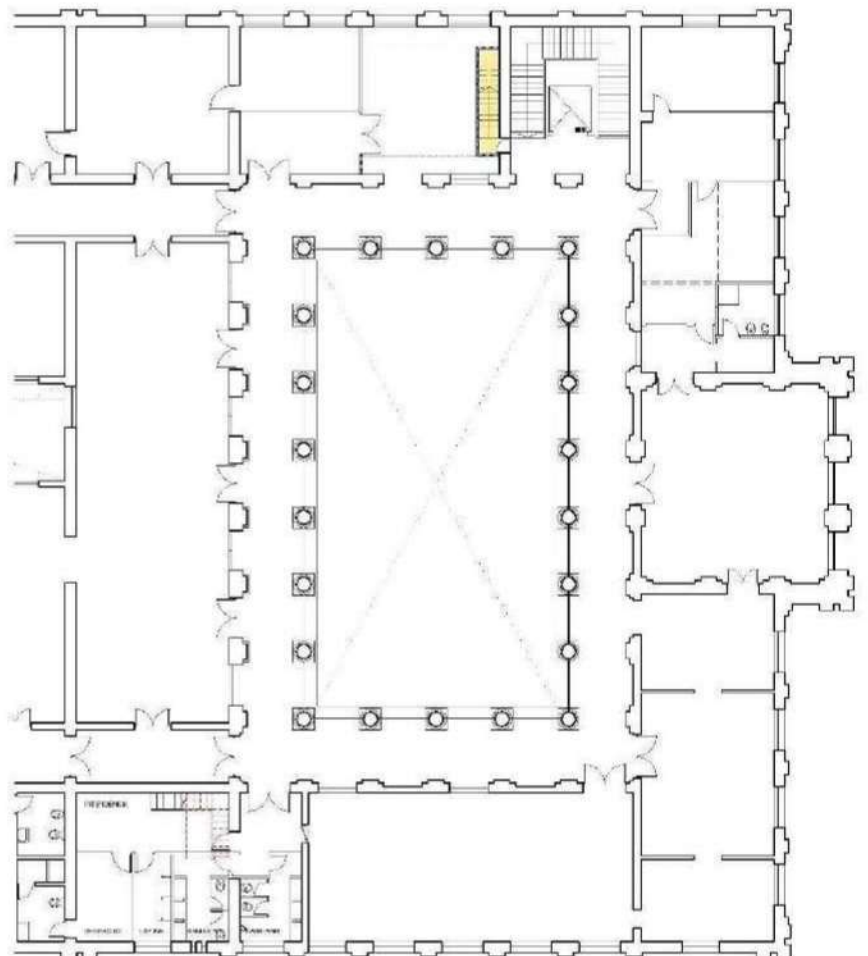
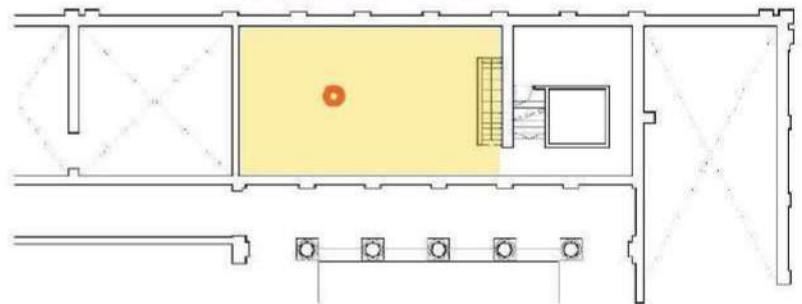
Archivo Histórico de Presidencia

Rectorado de la UNLP



Entrepiso sobre planta alta.

10_1_RECTORADO



Planta alta.

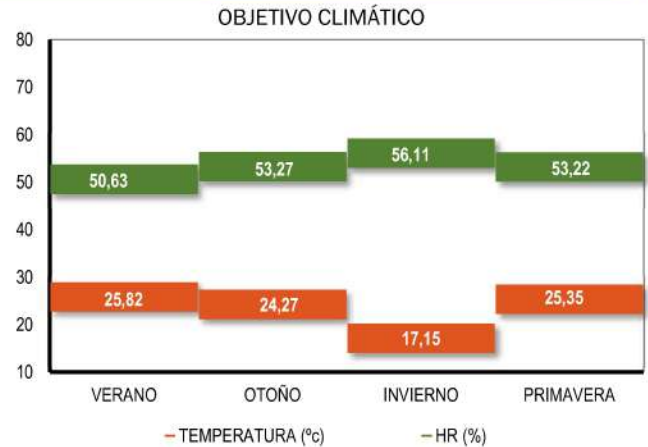
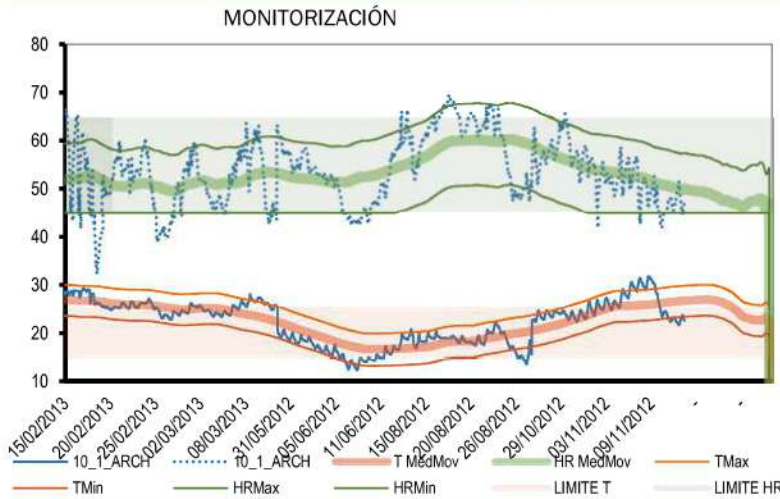
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

PRESIDENCIA UNLP

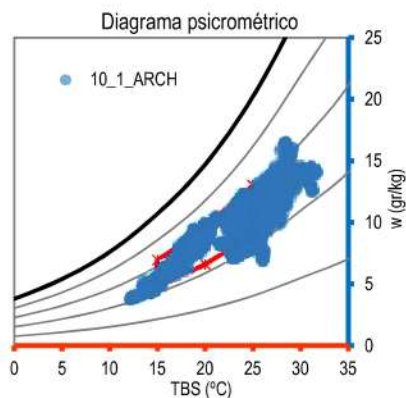
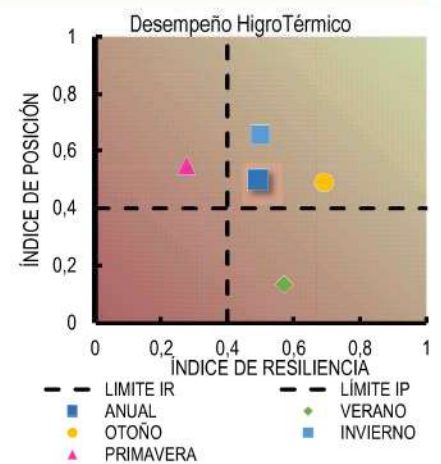
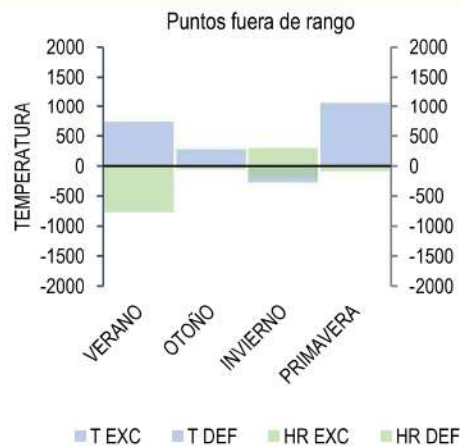
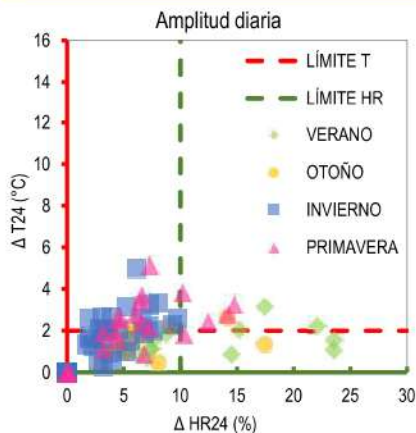
10_1_ARCH



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,69
5.- PESADEZ Kg/m2	454,24
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,44
8.- TRANSPARENCIA	0,014
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,65
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

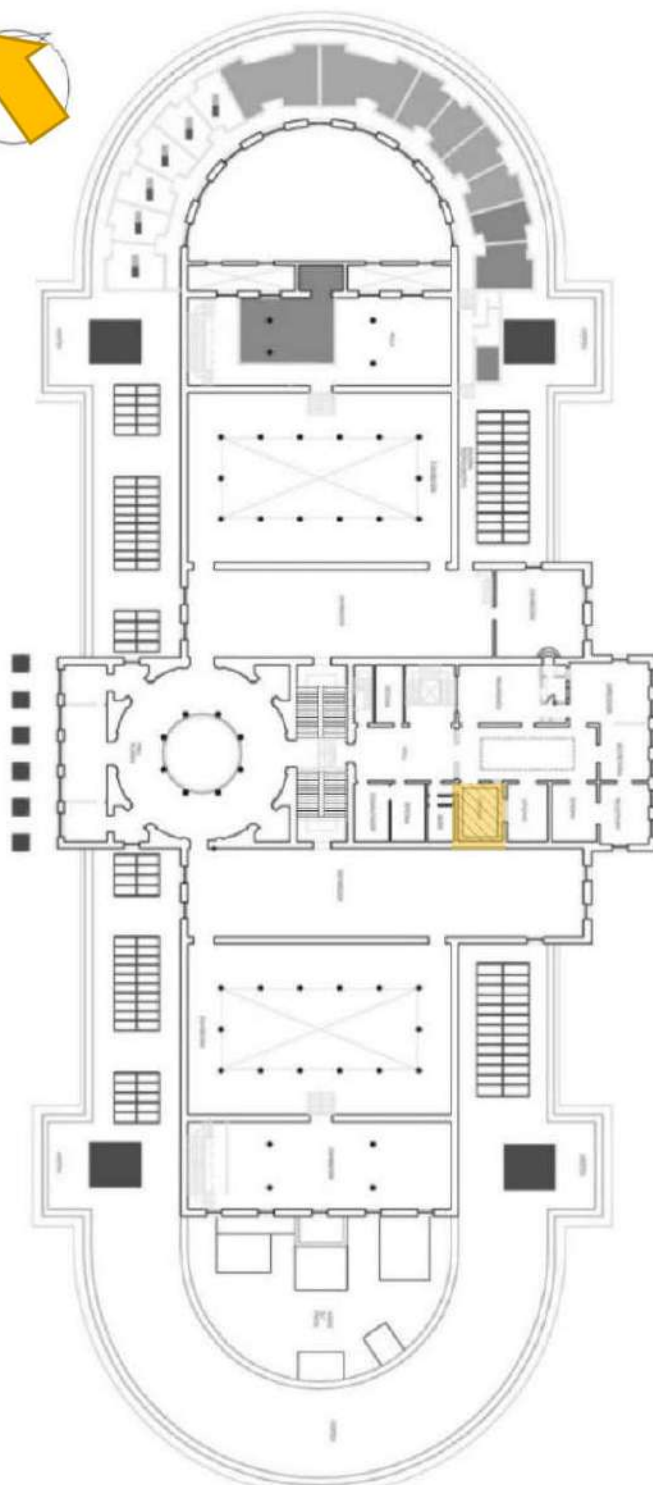
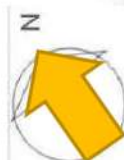
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	13%	57%	REGULAR
OTOÑO	49%	69%	59%
INVIERNO	65%	50%	58%
PRIMAVERA	55%	28%	REGULAR
ANUAL	50%	49%	50%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 11

Archivo Histórico y Fotográfico

Museo de La Plata



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

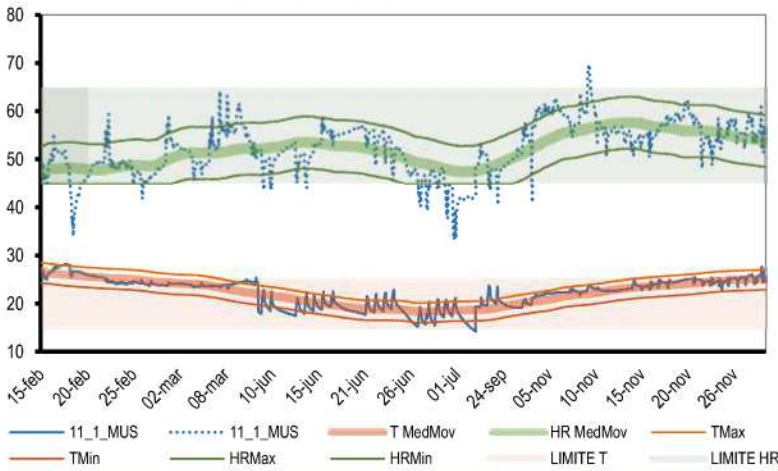
ARCH.HIST. MLP

11_1_MUS

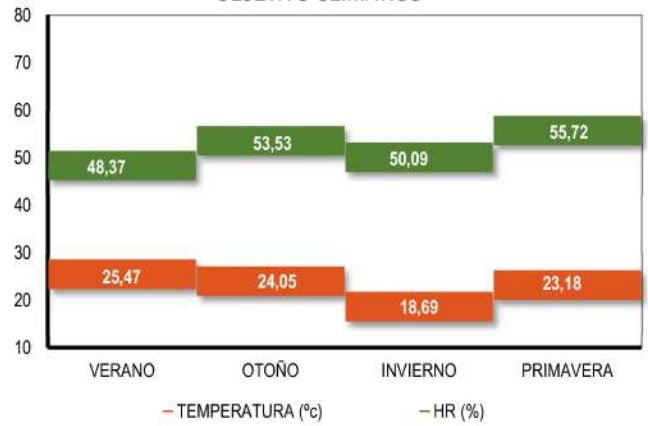


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

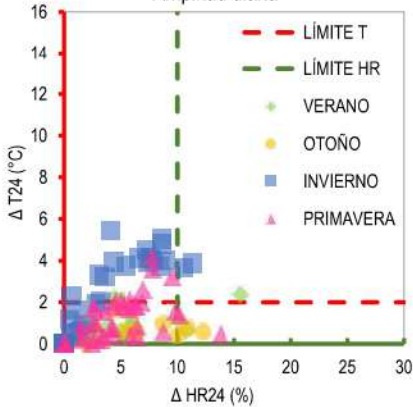


OBJETIVO CLIMÁTICO

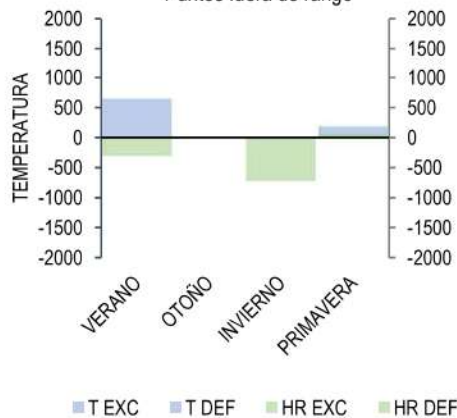


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

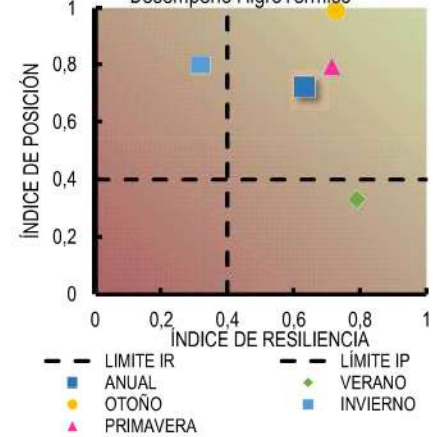
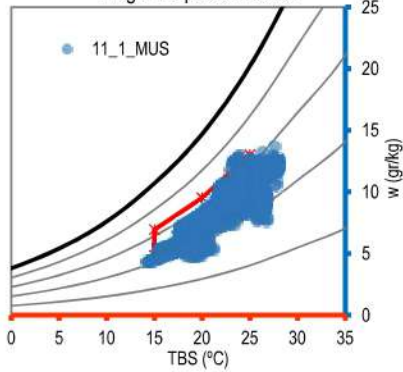


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,9
5.- PESADECZ Kg/m2	564,66
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,82
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,23
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

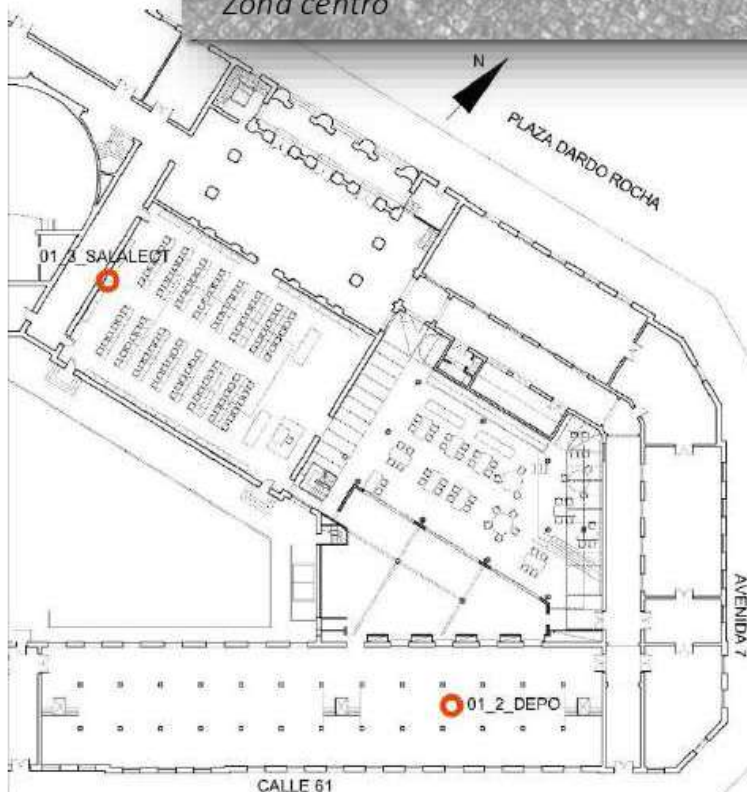
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	33%	79%	REGULAR
OTOÑO	99%	73%	86%
INVIERNO	80%	32%	REGULAR
PRIMAVERA	79%	71%	75%
ANUAL	72%	63%	68%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

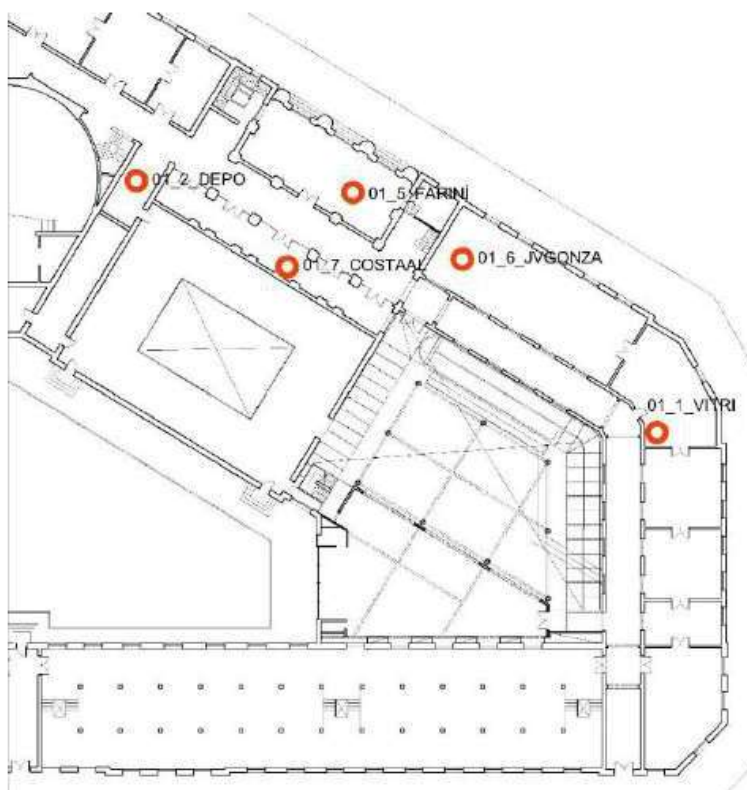
CASO 1

BIBLIOTECA PÚBLICA

Universidad Nacional de La Plata



Planta baja



Planta 1° nivel

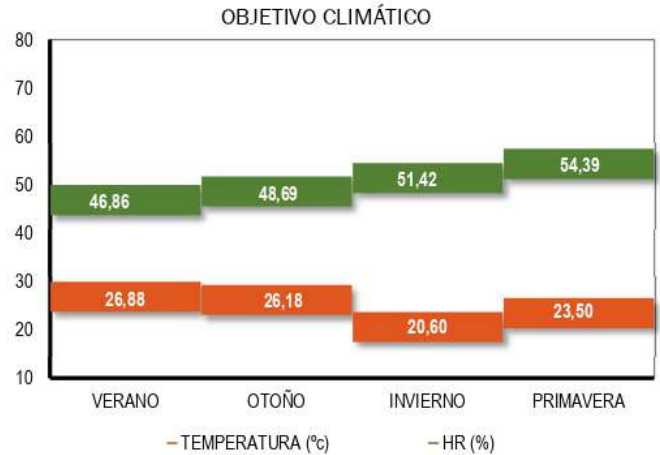
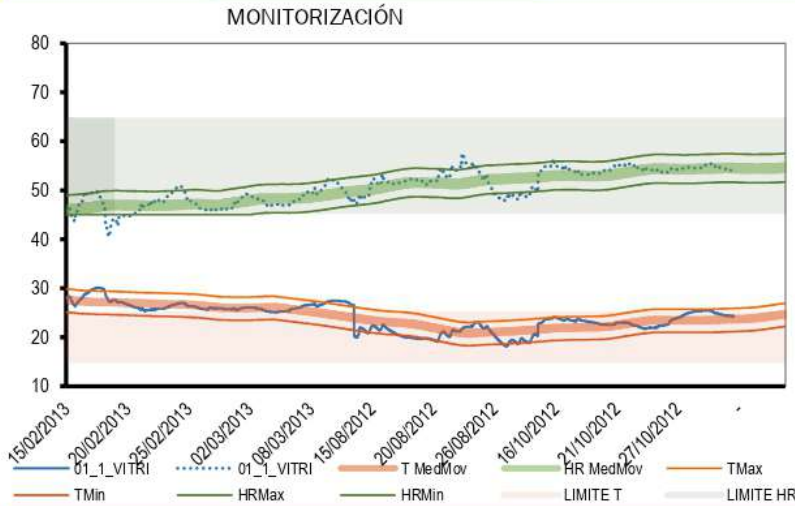
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES



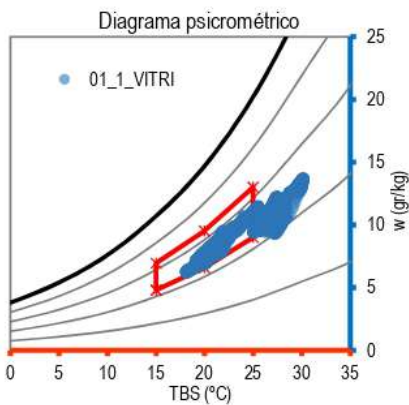
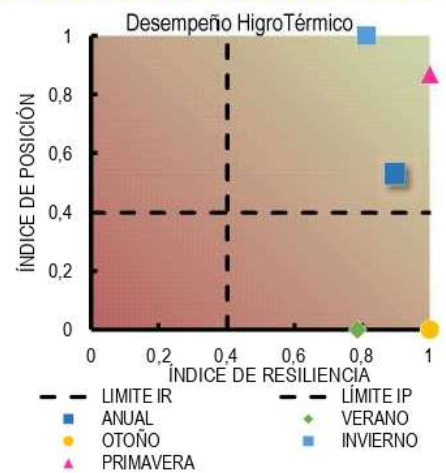
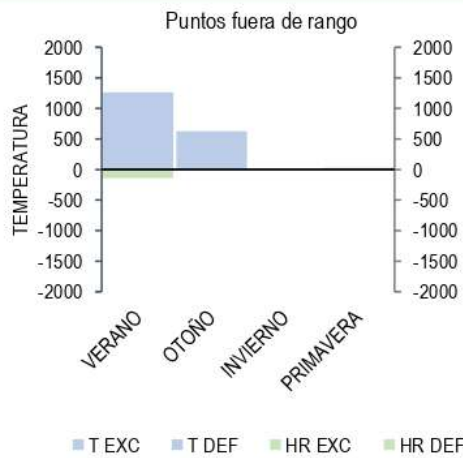
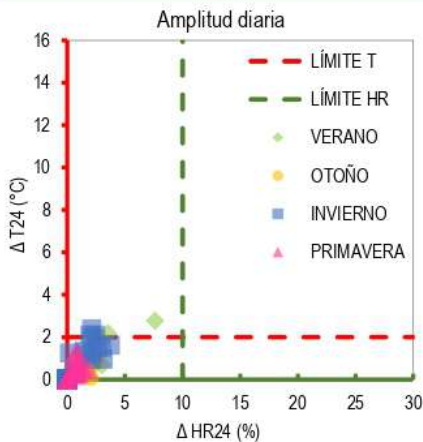
BIB. PÚBLICA UNLP

01_1_VITRI

MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	
5.- PESADECZ Kg/m2	
6.- ASENTAMIENTO	
7.- ADOSAMIENTO	
8.- TRANSPARENCIA	
9.- VALOR "K" W/m2°C	
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	79%	REGULAR
OTOÑO	0%	100%	REGULAR
INVIERNO	100%	81%	91%
PRIMAVERA	87%	100%	93%
ANUAL	53%	90%	71%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

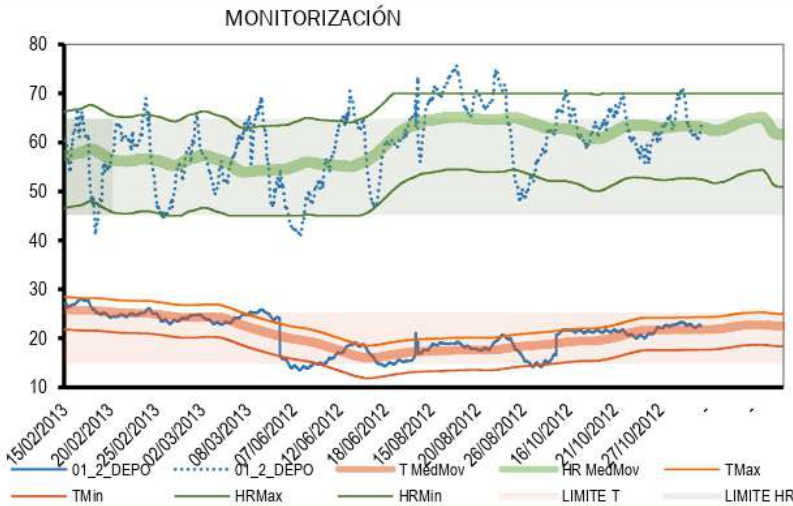
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

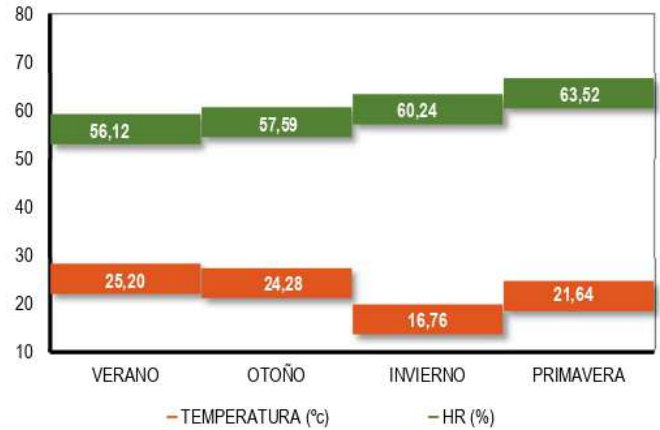
01_2_DEPO



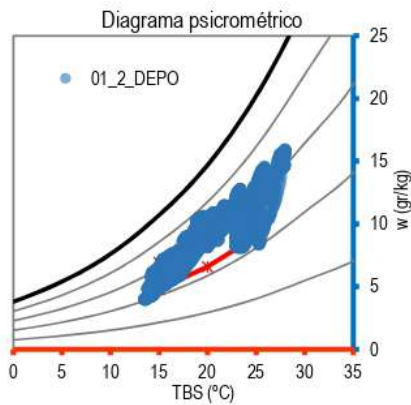
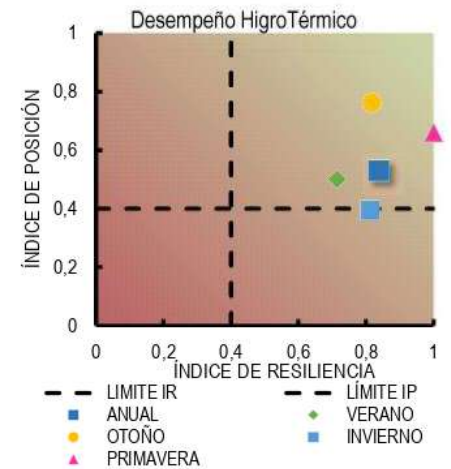
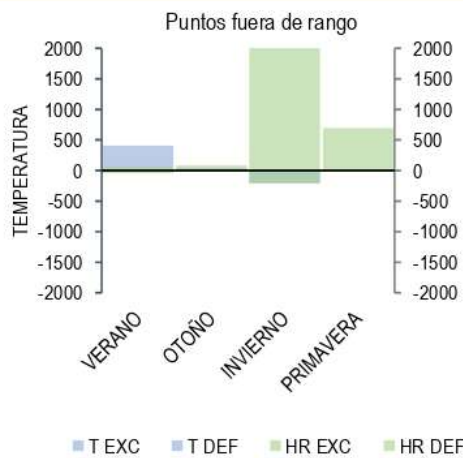
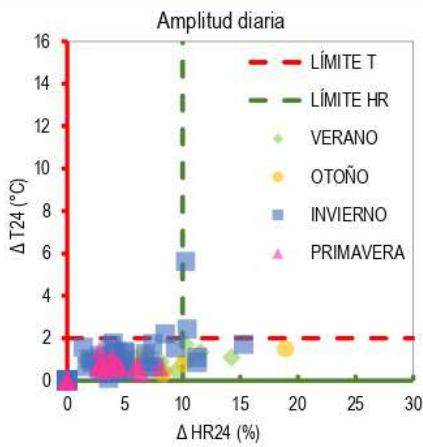
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,44
5.- PESADECZ Kg/m2	483,62
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,053
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,54
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	50%	71%	61%
OTOÑO	76%	82%	79%
INVIERNO	39%	81%	REGULAR
PRIMAVERA	66%	100%	83%
ANUAL	53%	84%	68%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

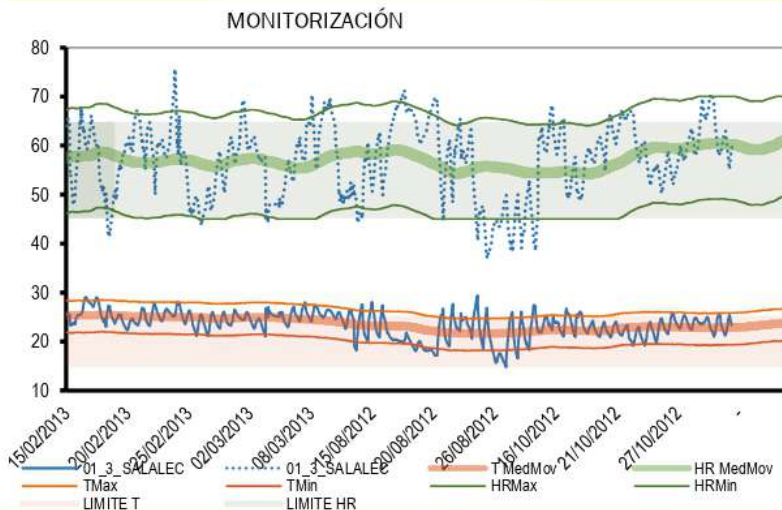
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES



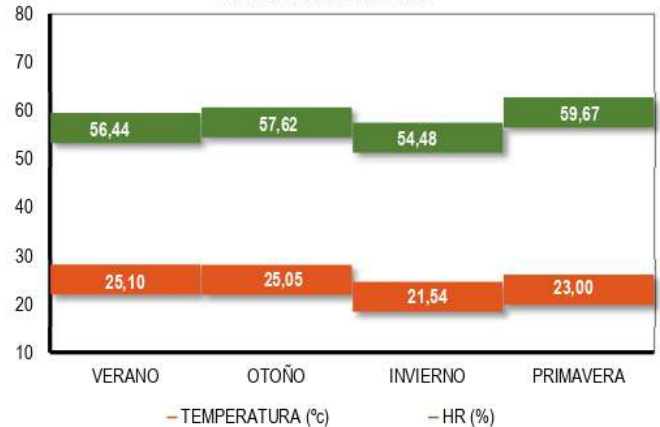
BIB. PÚBLICA UNLP

01_3_SALALEC

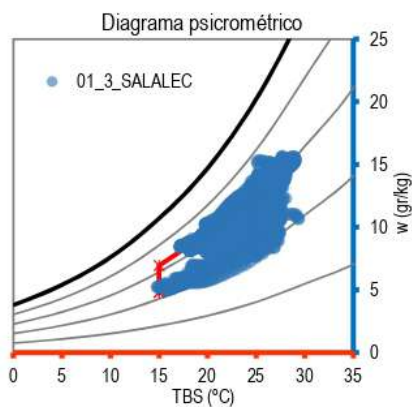
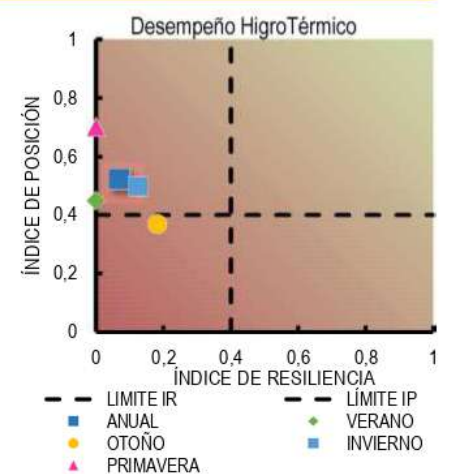
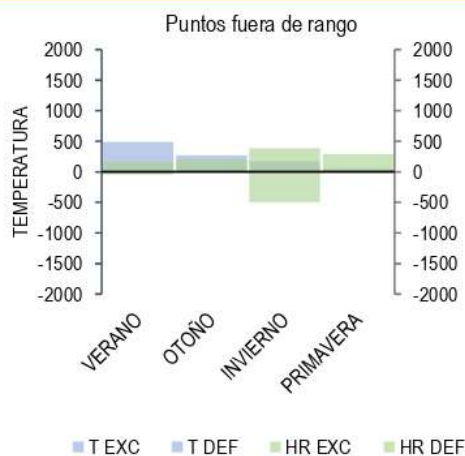
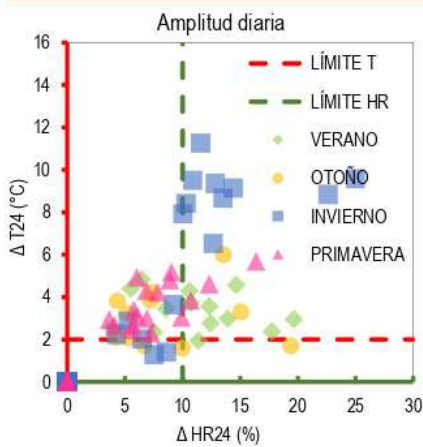
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,71
5.- PESADECZ Kg/m2	312,84
6.- ASENTAMIENTO	0,31
7.- ADOSAMIENTO	0,26
8.- TRANSPARENCIA	0,105
9.- VALOR "K" W/m2°C	2
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	45%	0%	REGULAR
OTOÑO	37%	18%	REGULAR
INVIERNO	50%	13%	REGULAR
PRIMAVERA	70%	0%	REGULAR
ANUAL	52%	7%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

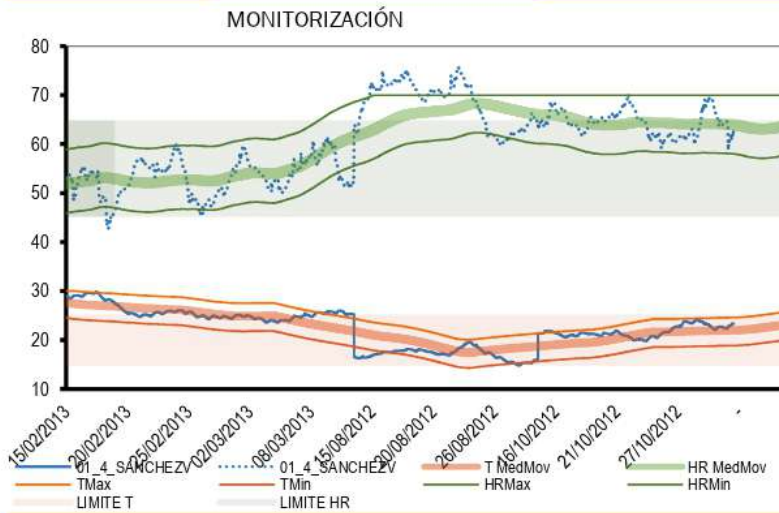
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

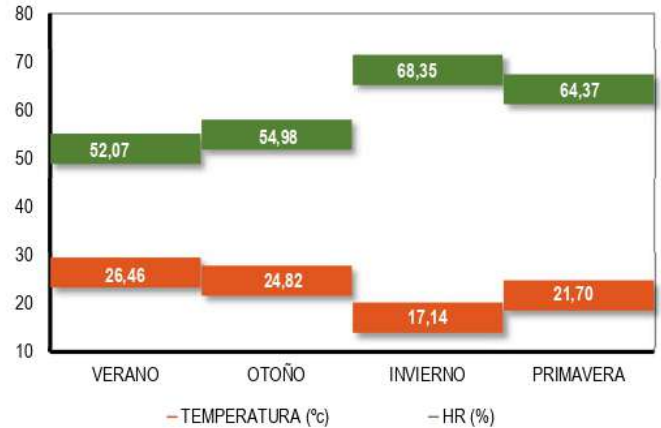
01_4_SANCHEZV



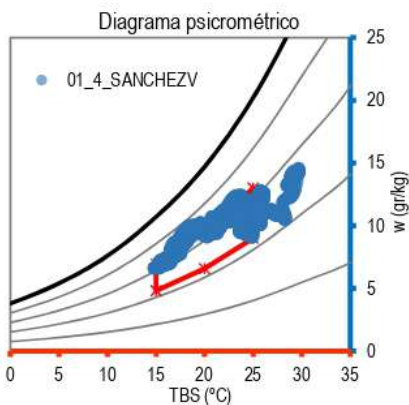
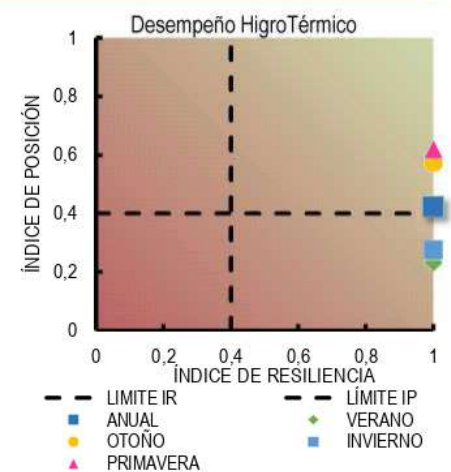
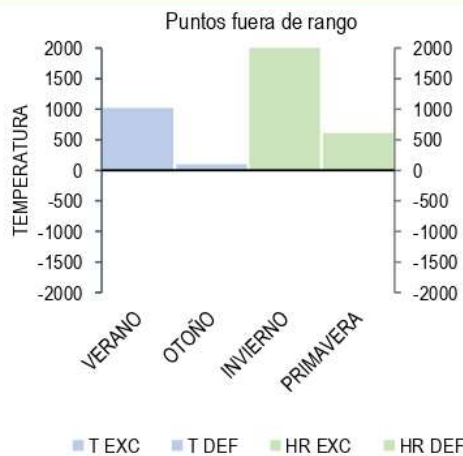
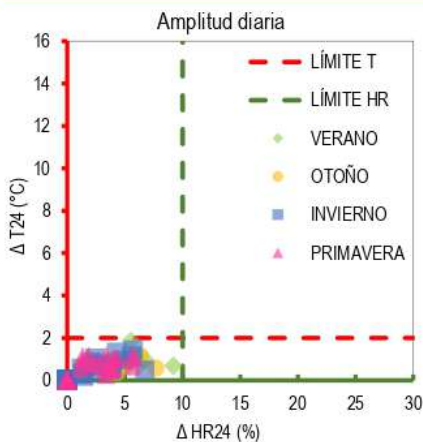
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,75
5.- PESADEZ Kg/m2	563,95
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,91
8.- TRANSPARENCIA	0,053
9.- VALOR "K"/W/m2°C	1,54
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	23%	100%	REGULAR
OTOÑO	57%	100%	79%
INVIERNO	27%	100%	REGULAR
PRIMAVERA	62%	100%	81%
ANUAL	42%	100%	71%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

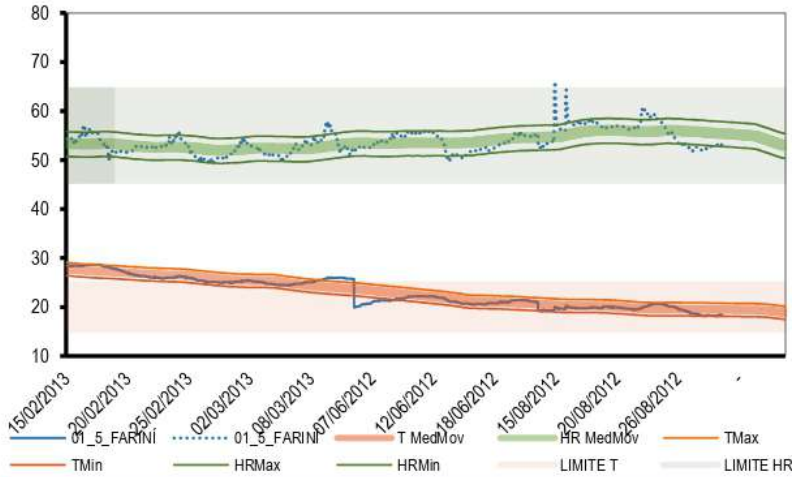
BIB. PÚBLICA UNLP

01_5_FARINÍ

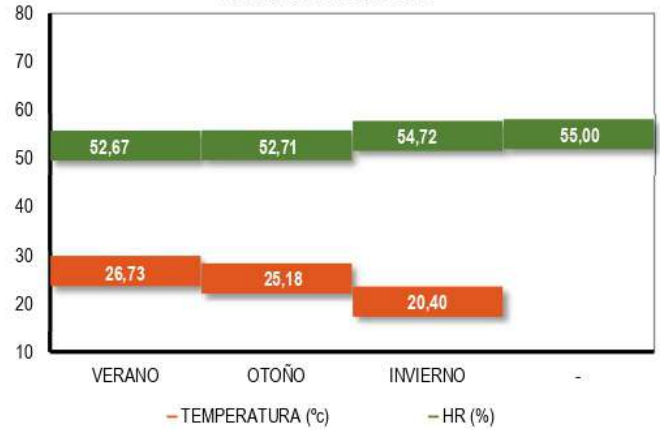


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

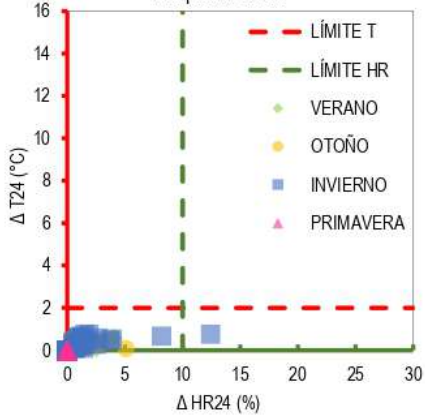


OBJETIVO CLIMÁTICO

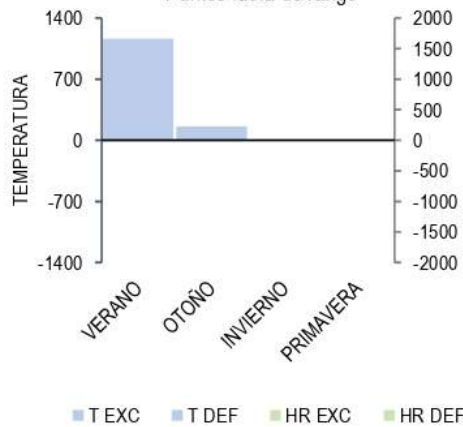


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

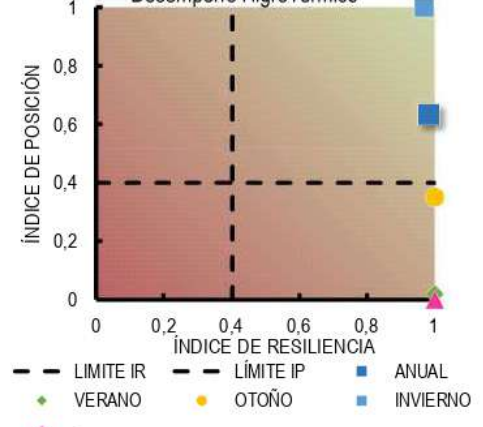
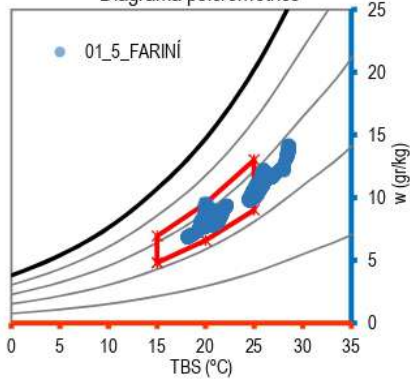


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,7
5.- PESADECZ Kg/m2	436,22
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "k" W/m2°C	1,55
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	2%	100%	REGULAR
OTOÑO	35%	100%	REGULAR
INVIERNO	100%	97%	98%
PRIMAVERA			
ANUAL	63%	98%	81%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

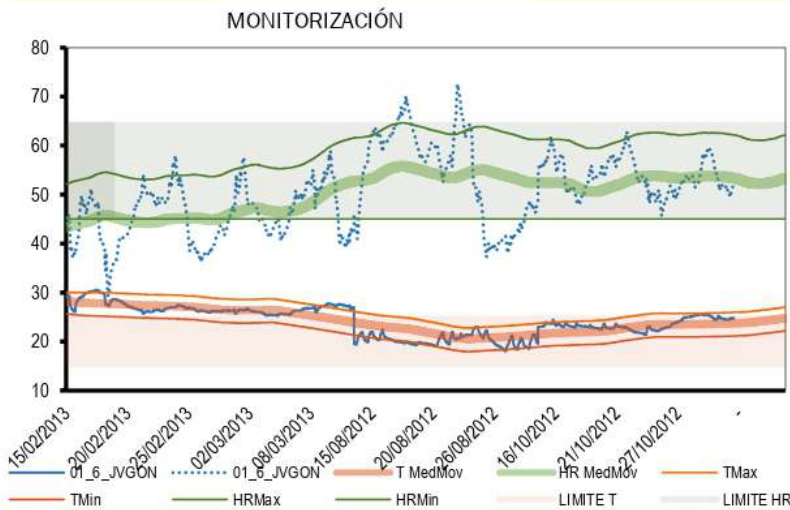
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

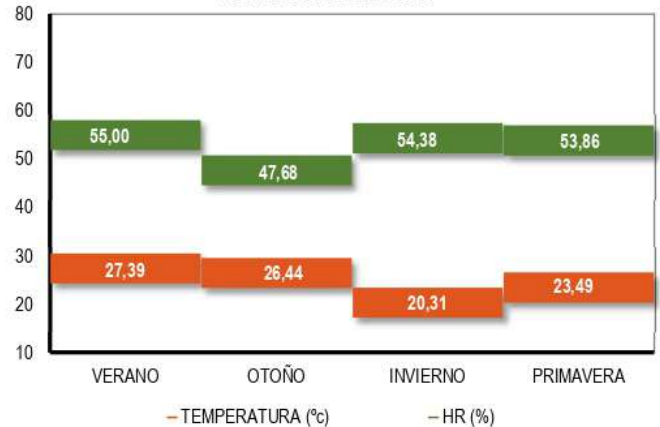
01_6_JVGON



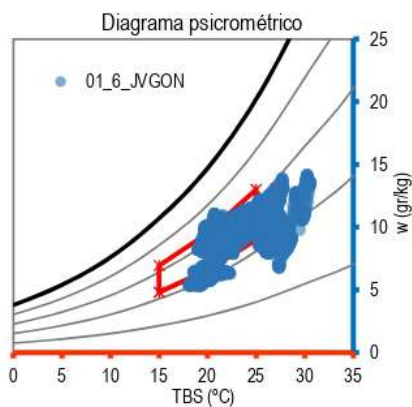
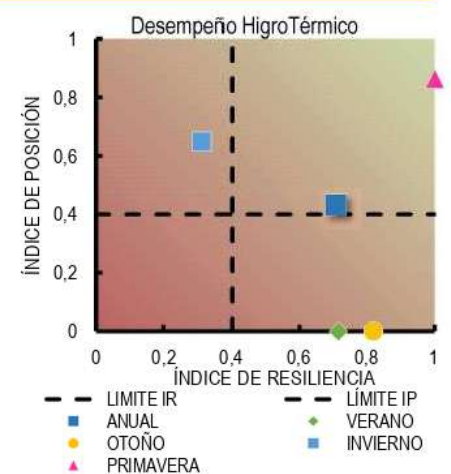
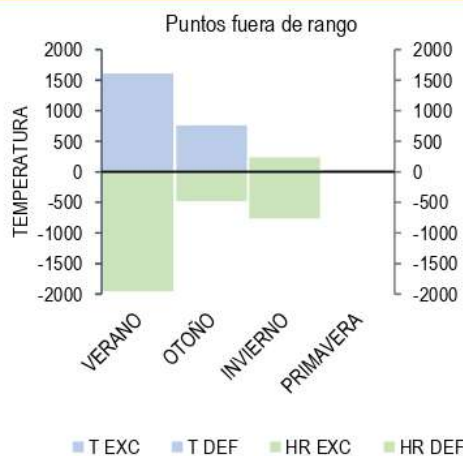
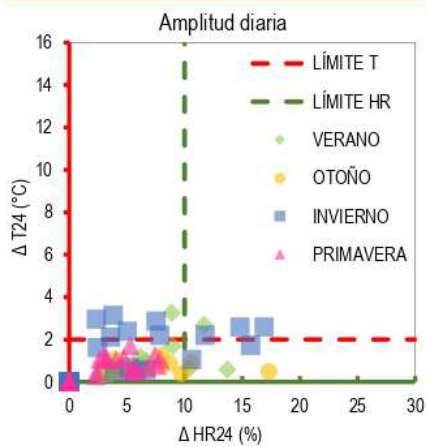
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	391,49
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,56
8.- TRANSPARENCIA	0,035
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,74
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	71%	REGULAR
OTOÑO	0%	82%	REGULAR
INVIERNO	65%	31%	REGULAR
PRIMAVERA	86%	100%	93%
ANUAL	43%	71%	57%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

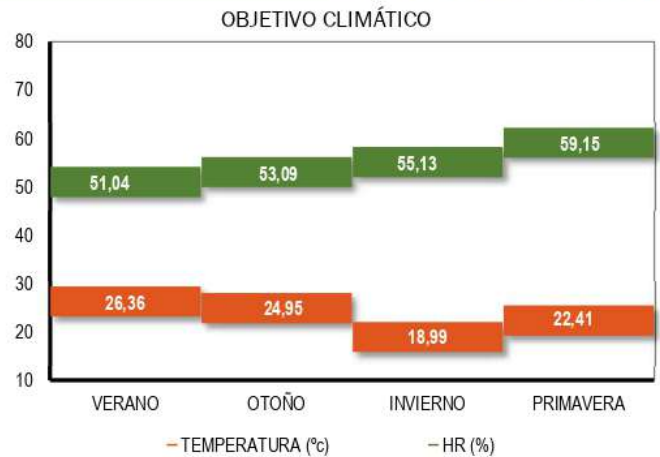
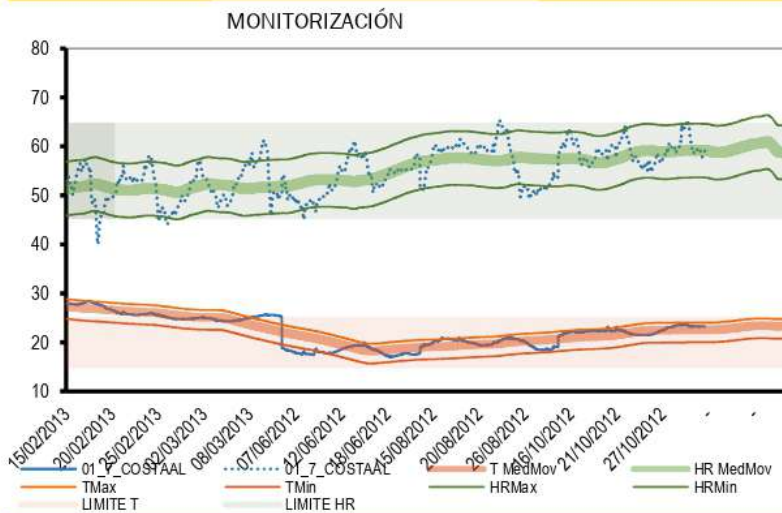
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. PÚBLICA UNLP

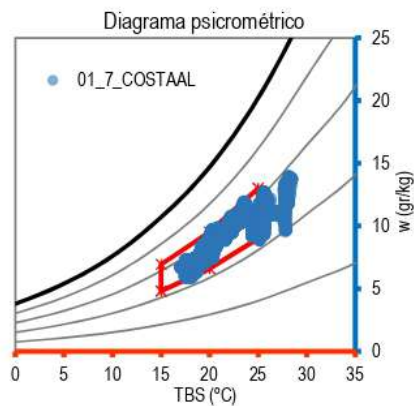
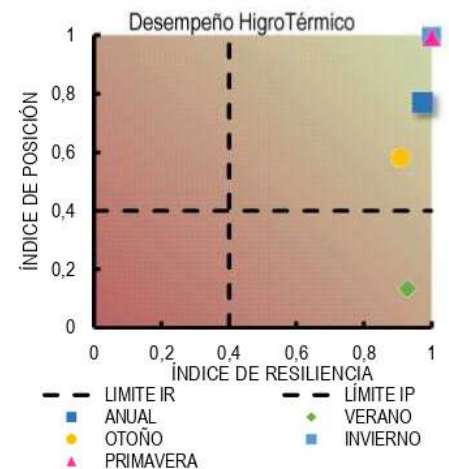
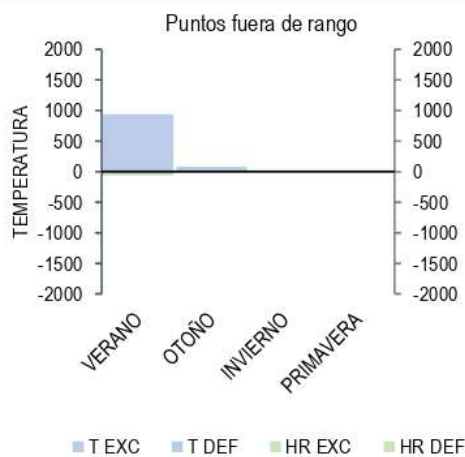
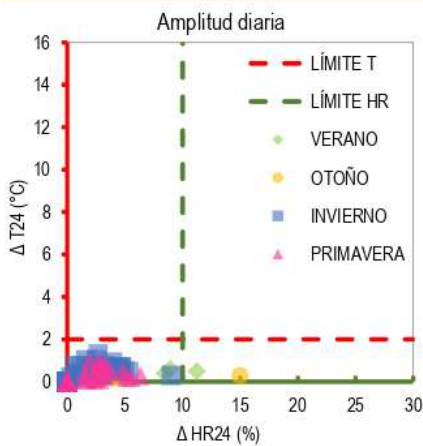
01_7_COSTAAL



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADECZ Kg/m2	496,6
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,69
8.- TRANSPARENCIA	0,008
9.- VALOR "k"/W/m2°C	1,68
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

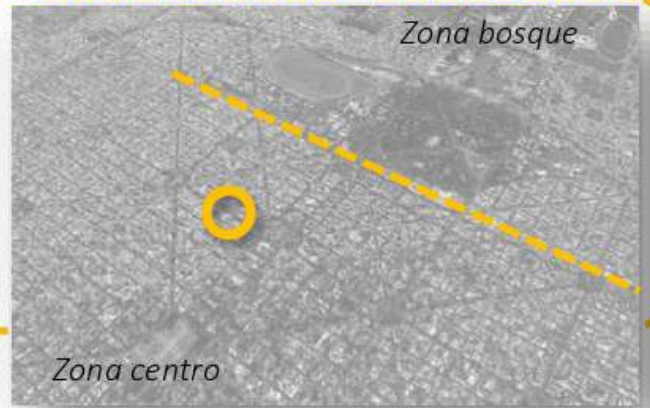
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	13%	93%	REGULAR
OTOÑO	58%	91%	75%
INVIERNO	99%	100%	100%
PRIMAVERA	99%	100%	100%
ANUAL	77%	97%	87%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

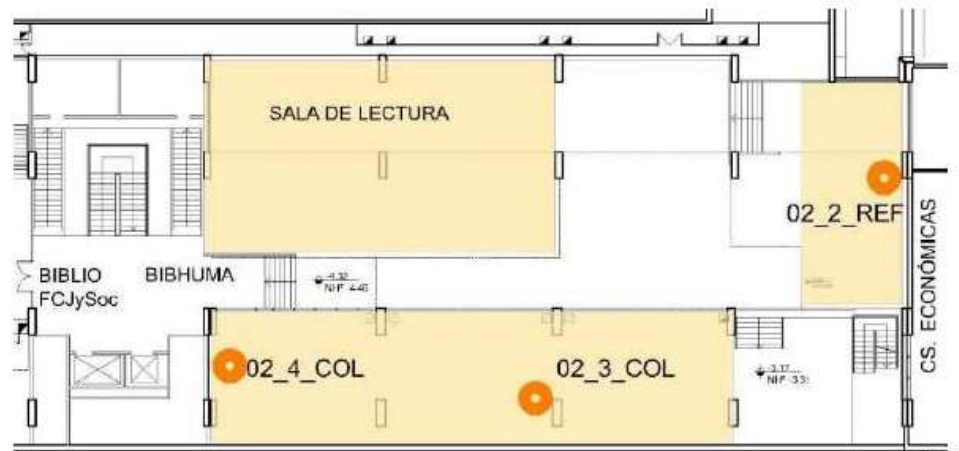
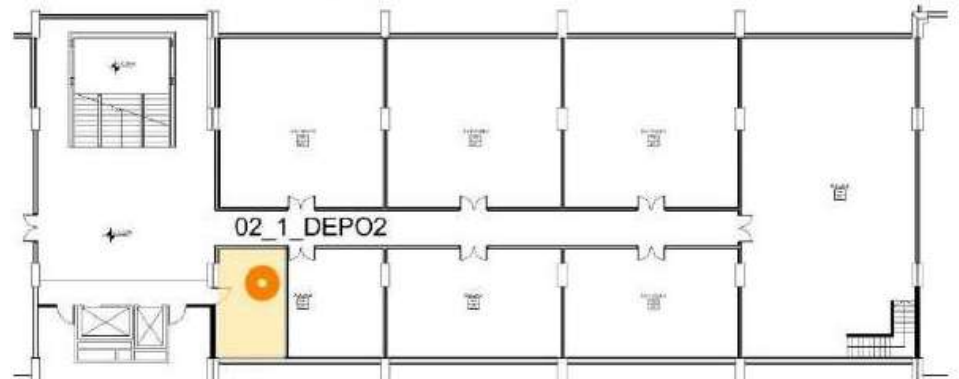
CASO 2

BIBHUMA.

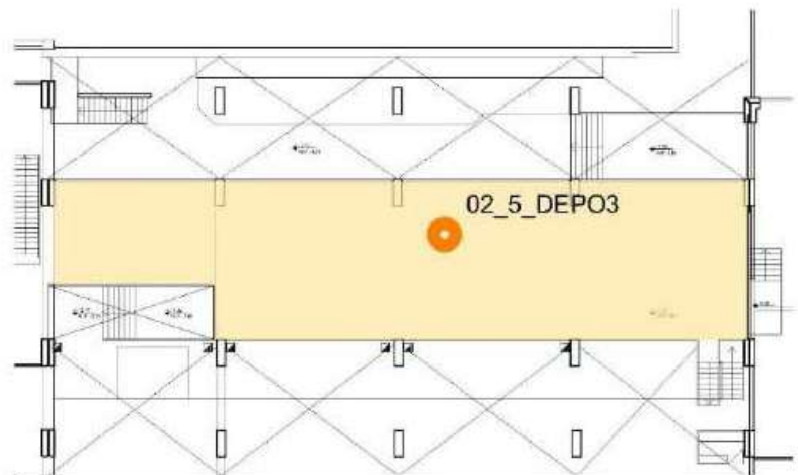
Biblioteca Profesor Guillermo Obiols



Nivel -9,50. Depósitos



Nivel -4,32. Acceso a la biblioteca



Nivel -1,74. Depo 3 Letras.
Balconea sobre Colección abierta.



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

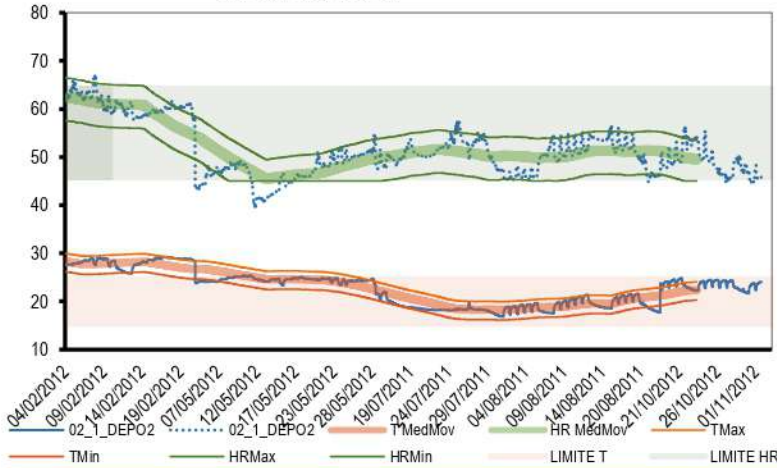
BIBHUMA

02_1_DEPO2

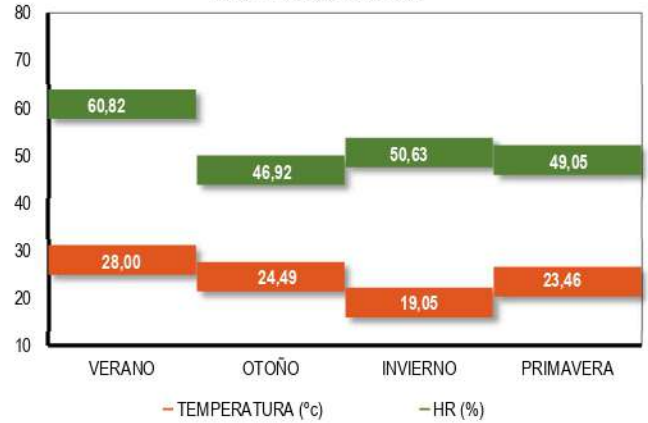


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

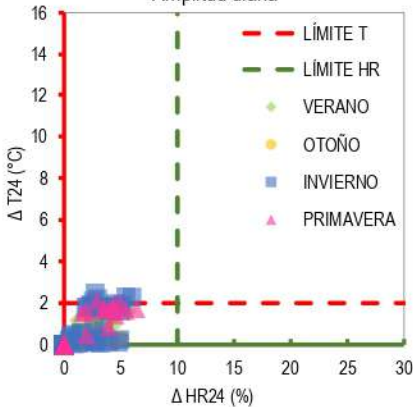


OBJETIVO CLIMÁTICO

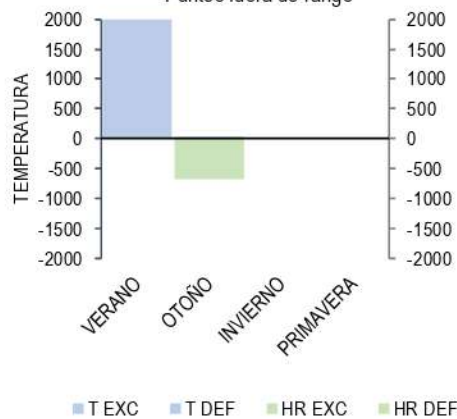


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

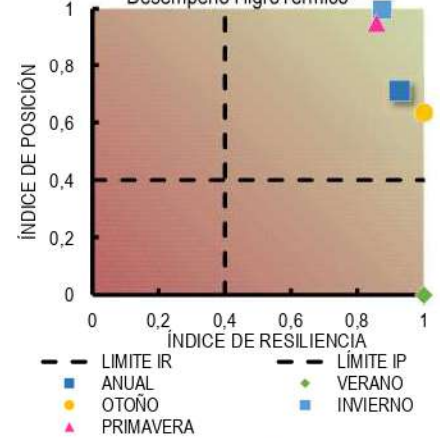
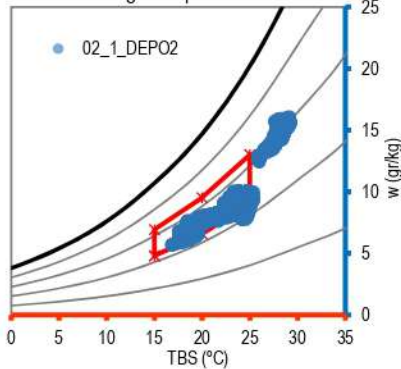


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,73
5.- PESADECZ Kg/m2	551,87
6.- ASENTAMIENTO	0,33
7.- ADOSAMIENTO	0,79
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,13
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	100%	REGULAR
OTOÑO	63%	100%	82%
INVIERNO	100%	88%	94%
PRIMAVERA	95%	86%	90%
ANUAL	71%	93%	82%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

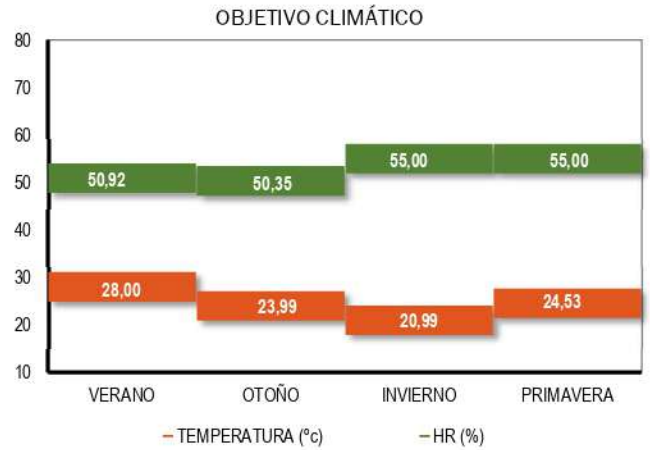
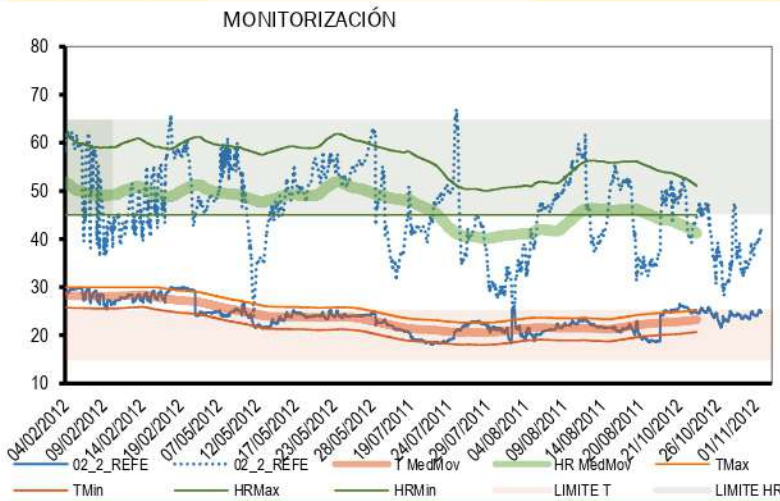
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES



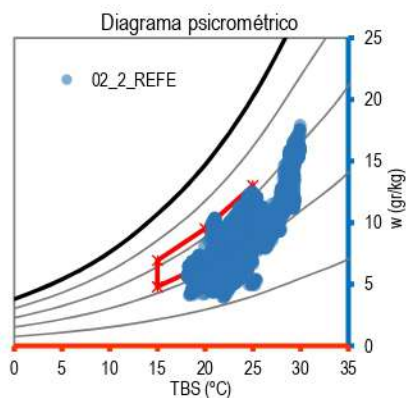
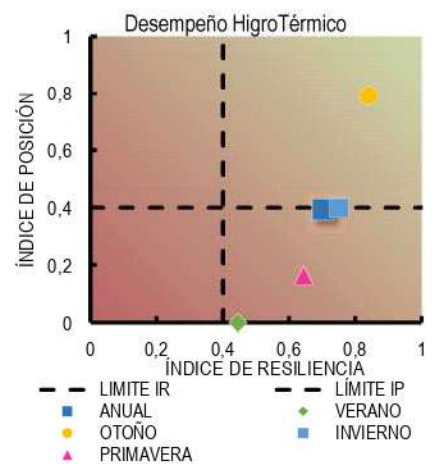
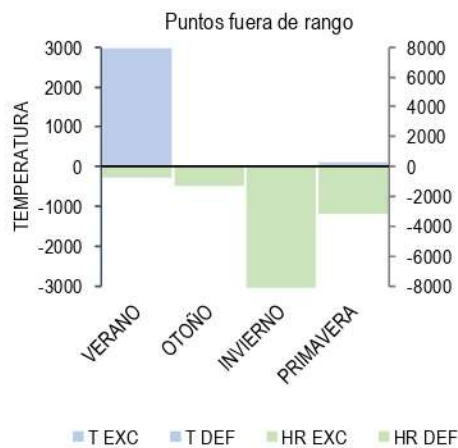
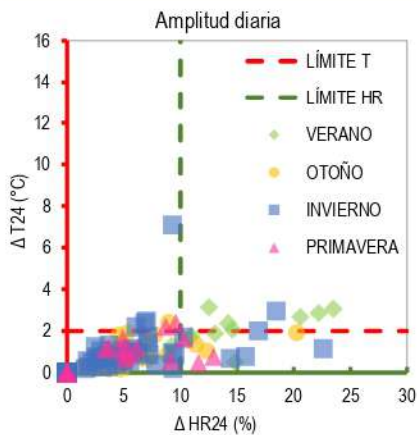
BIBHUMA

02_2_REFE

MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.-EDAD	CONTEMP.
4.-COMPACIDAD	0,72
5.-PESADEZ Kg/m2	482,87
6.-ASENTAMIENTO	-
7.-ADOSAMIENTO	0,89
8.-TRANSPARENCIA	0,013
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,35
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	44%	REGULAR
OTOÑO	79%	84%	82%
INVIERNO	40%	75%	REGULAR
PRIMAVERA	17%	64%	REGULAR
ANUAL	39%	70%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

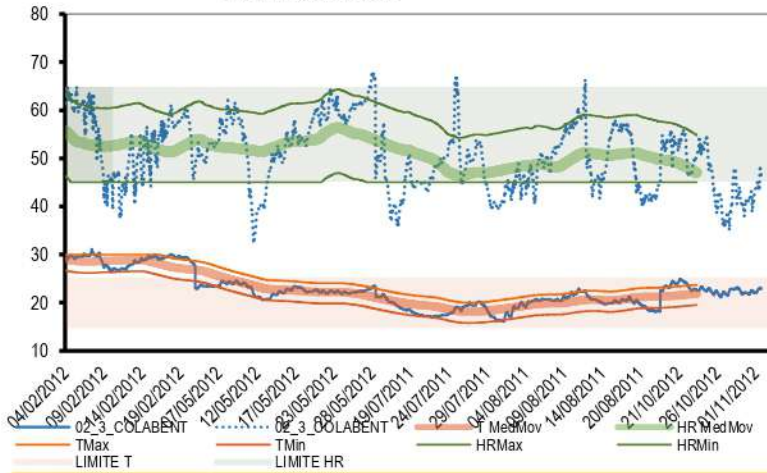
BIBHUMA

02_3_COLABENT

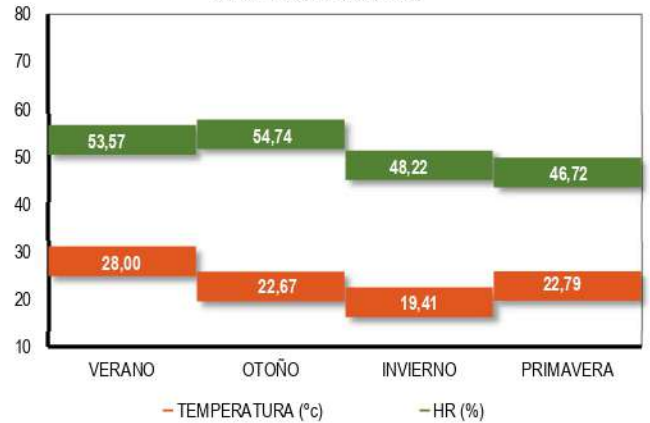


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

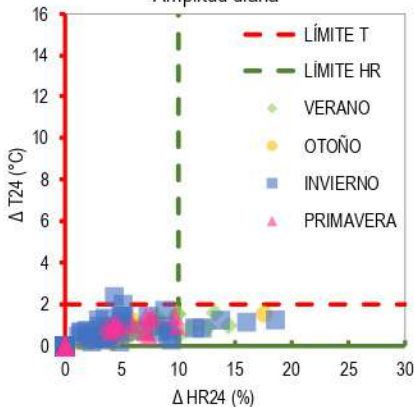


OBJETIVO CLIMÁTICO

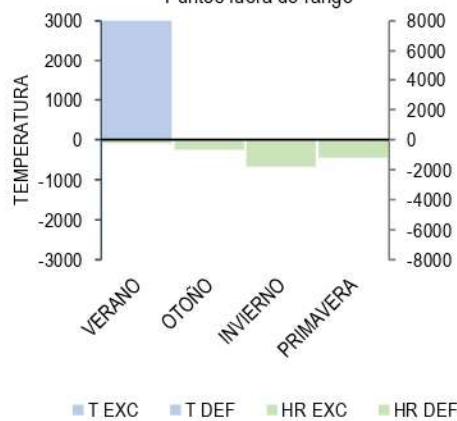


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

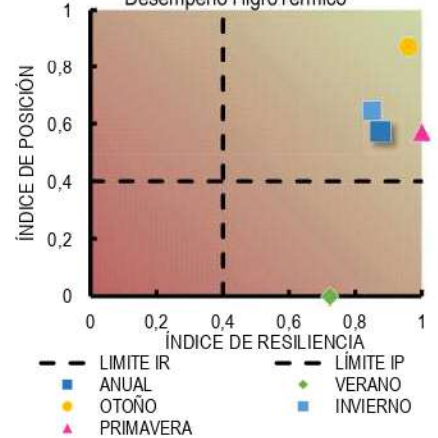
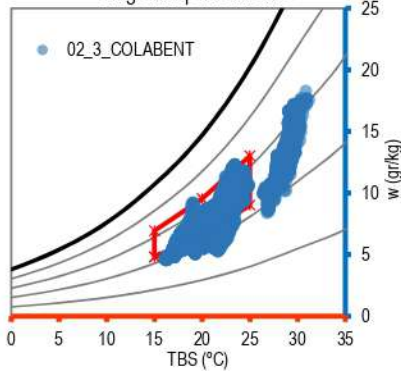


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADECZ Kg/m2	463,12
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,98
8.- TRANSPARENCIA	0,024
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,34
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	72%	REGULAR
OTOÑO	87%	96%	92%
INVIERNO	65%	85%	75%
PRIMAVERA	57%	100%	79%
ANUAL	57%	88%	72%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

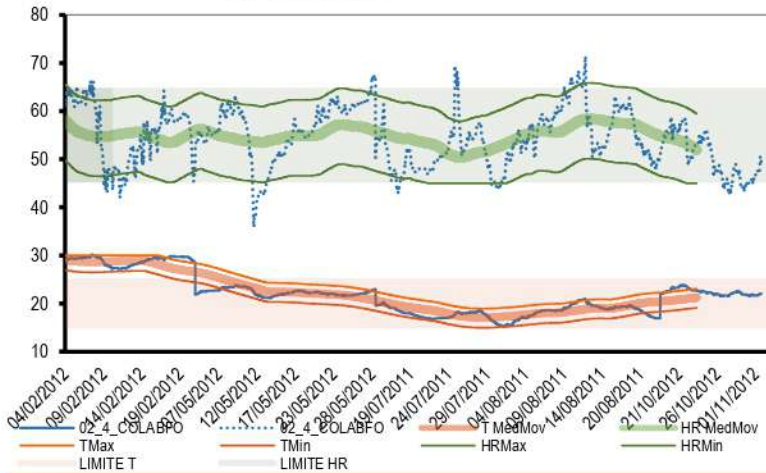
BIBHUMA

02_4_COLABFO

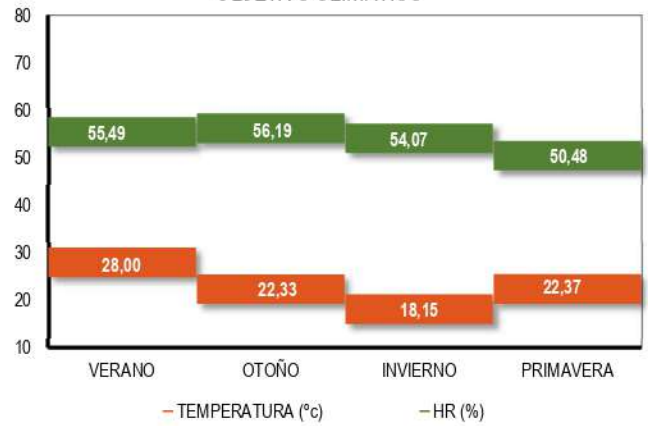


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

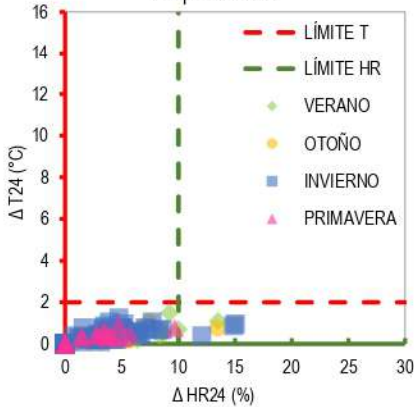


OBJETIVO CLIMÁTICO

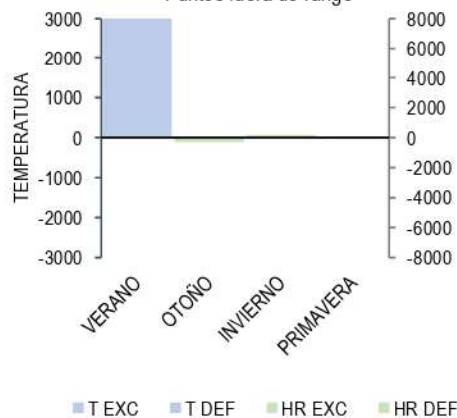


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

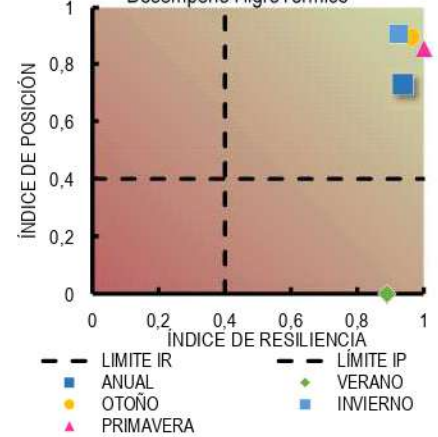
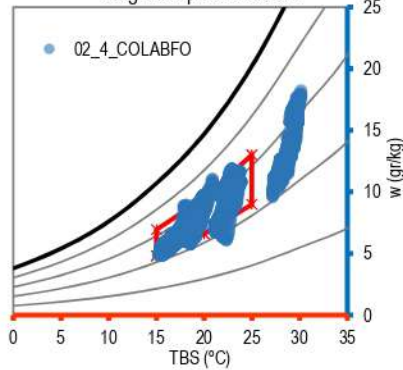


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,53
5.- PESADECZ Kg/m2	463,12
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,98
8.- TRANSPARENCIA	0,024
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,34
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	89%	REGULAR
OTOÑO	90%	96%	93%
INVIERNO	91%	93%	92%
PRIMAVERA	86%	100%	93%
ANUAL	73%	94%	83%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

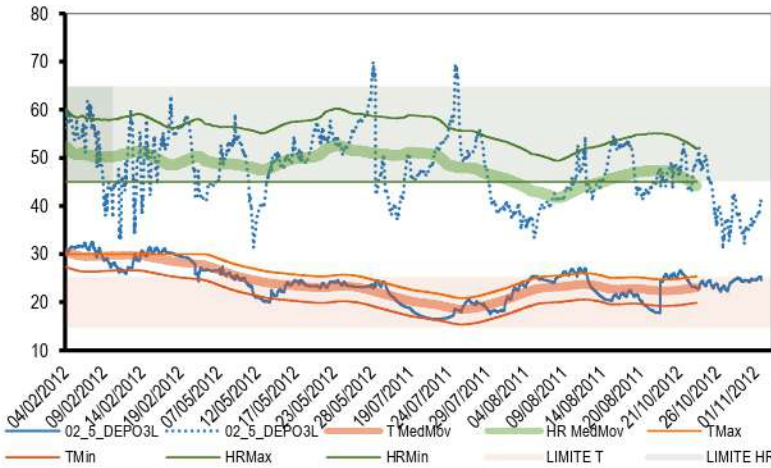
BIBHUMA

02_5_DEPO3L

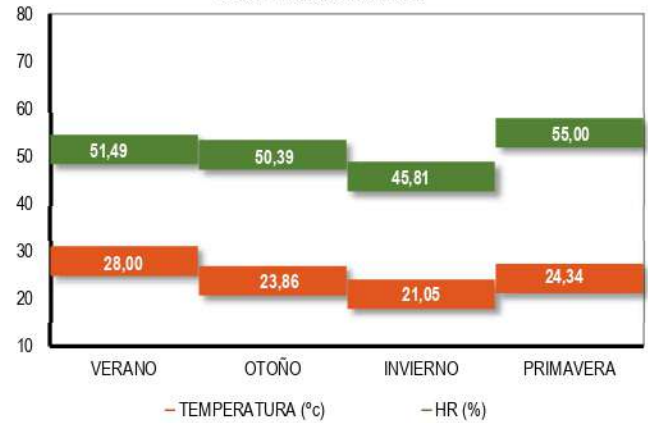


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

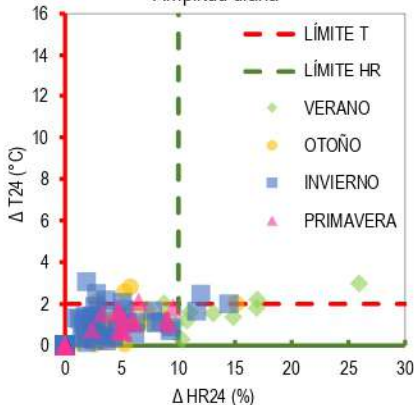


OBJETIVO CLIMÁTICO

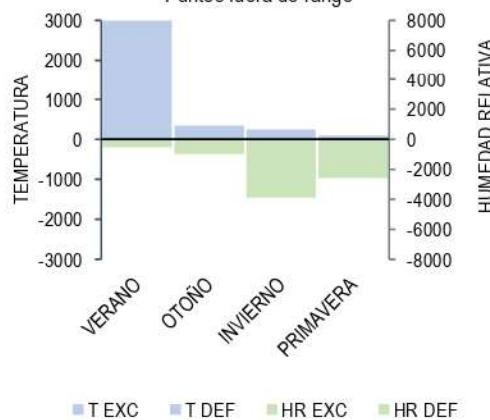


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

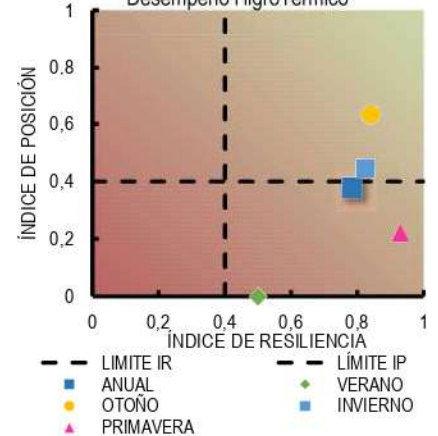
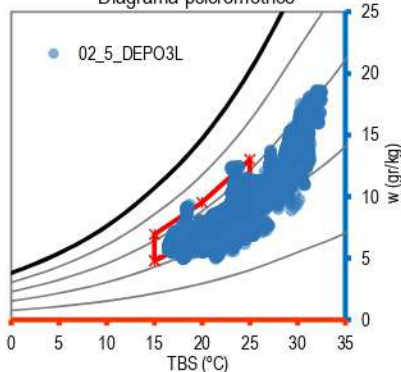


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,61
5.- PESADEZ Kg/m ²	450,33
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,87
8.- TRANSPARENCIA	0,016
9.- VALOR "K" W/m ² °C	1,47
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	50%	REGULAR
OTOÑO	63%	84%	74%
INVIERNO	44%	83%	63%
PRIMAVERA	22%	93%	REGULAR
ANUAL	38%	78%	REGULAR

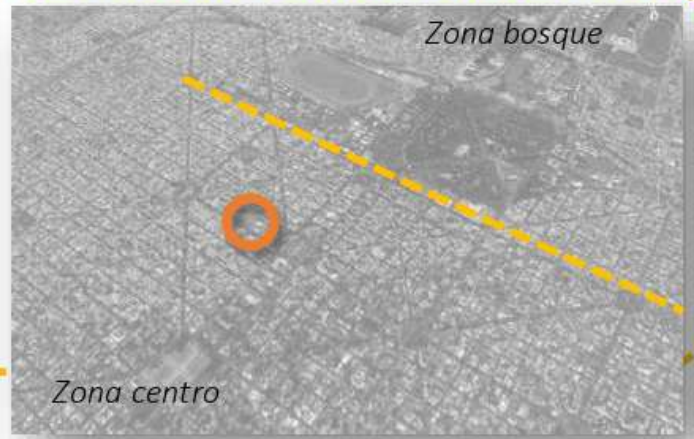
* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 3

Biblioteca

Joaquín V. González

Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales



Nivel -7,50. Depósito



Nivel -4,32. Acceso Biblioteca



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

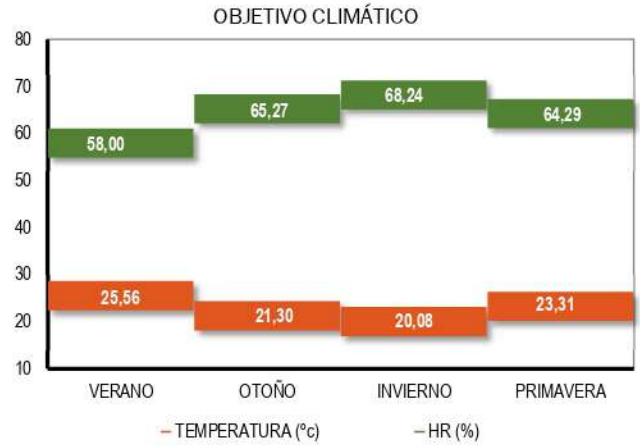
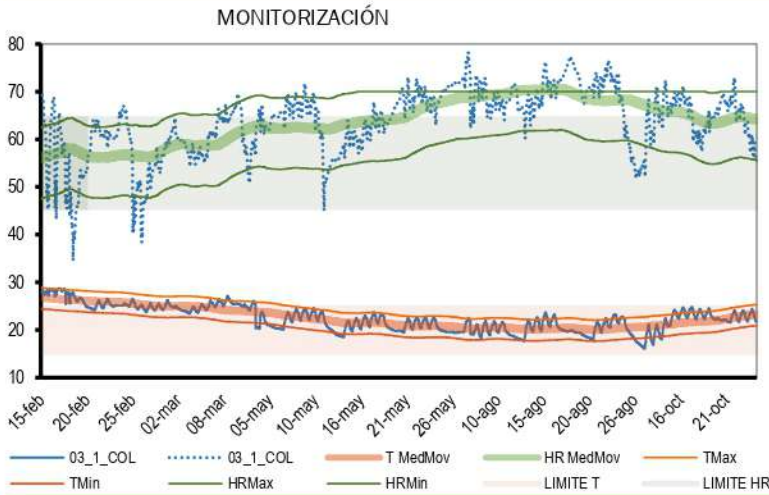
BIB. JURSOC

03_1_COL

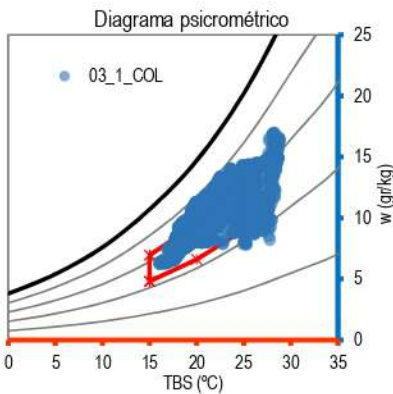
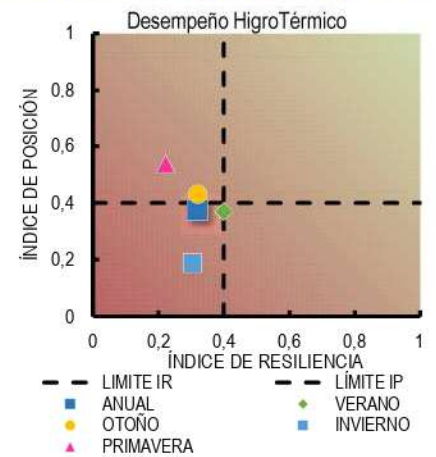
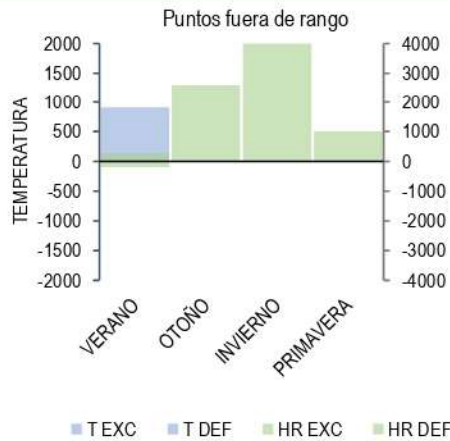
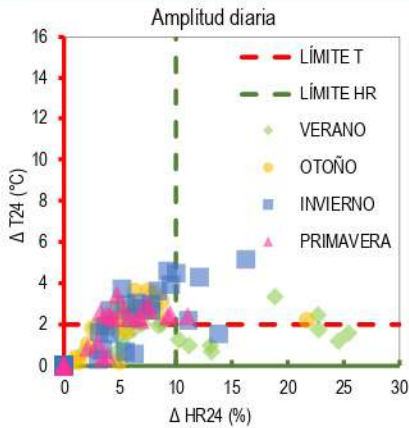


Fuente: Facebook. Biblioderecho-UNLP

MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,63
5.- PESADECZ Kg/m2	287,14
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,51
8.- TRANSPARENCIA	0,067
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,79
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	37%	40%	REGULAR
OTOÑO	43%	32%	REGULAR
INVIERNO	19%	30%	REGULAR
PRIMAVERA	54%	22%	REGULAR
ANUAL	37%	32%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

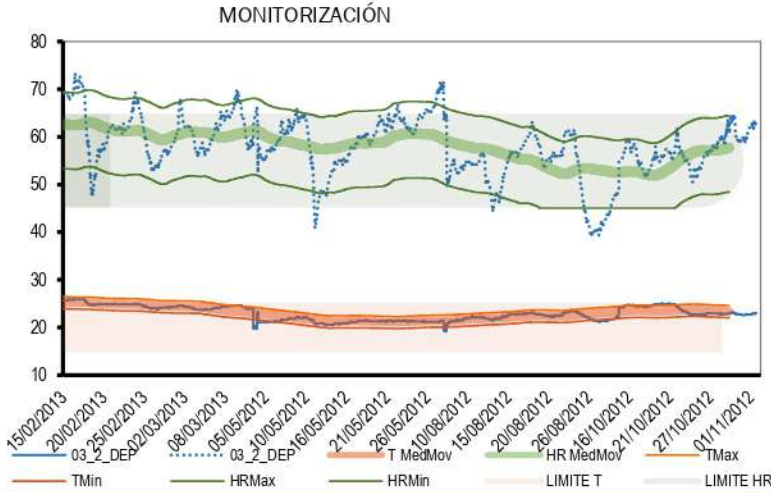
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. JURSOC

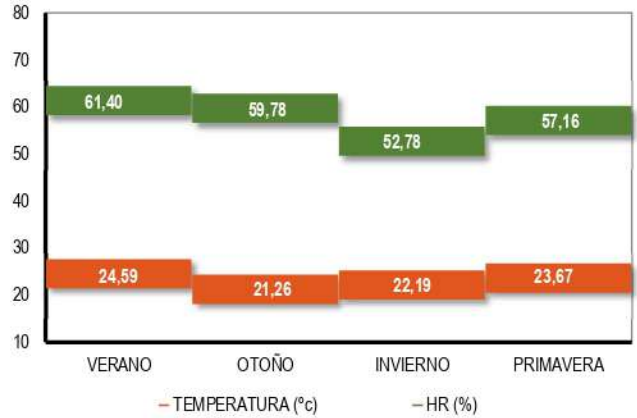
03_2_DEP



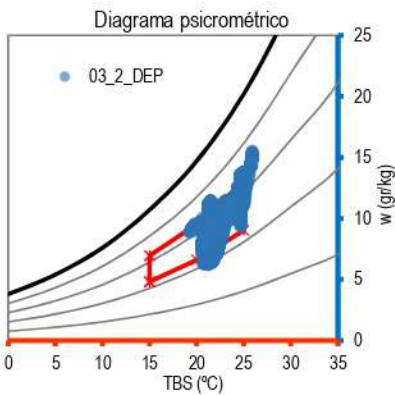
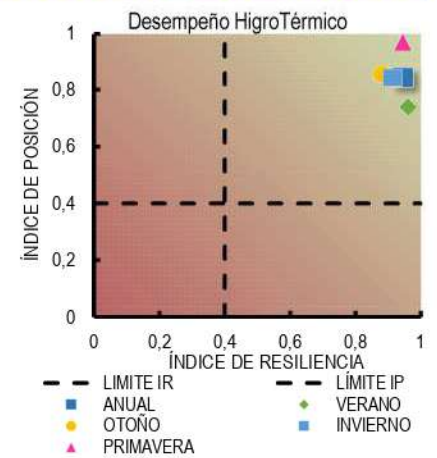
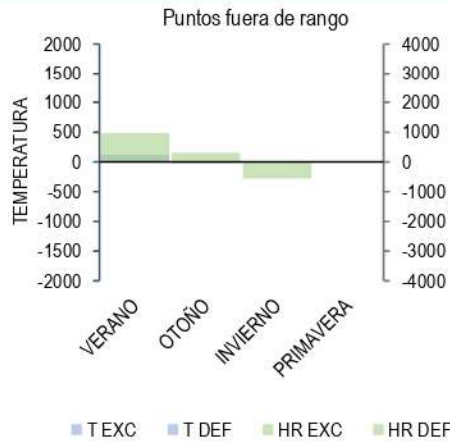
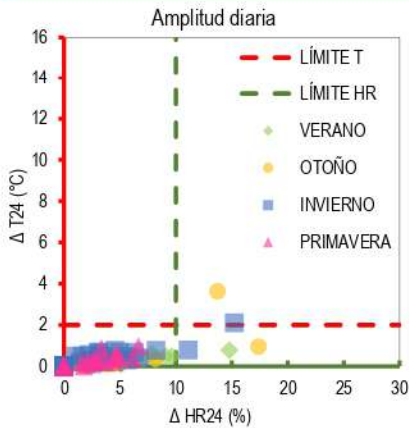
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,55
5.- PESADEZ Kg/m2	482,23
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	1
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,21
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	74%	96%	85%
OTOÑO	86%	88%	87%
INVIERNO	84%	91%	88%
PRIMAVERA	97%	94%	96%
ANUAL	84%	95%	89%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

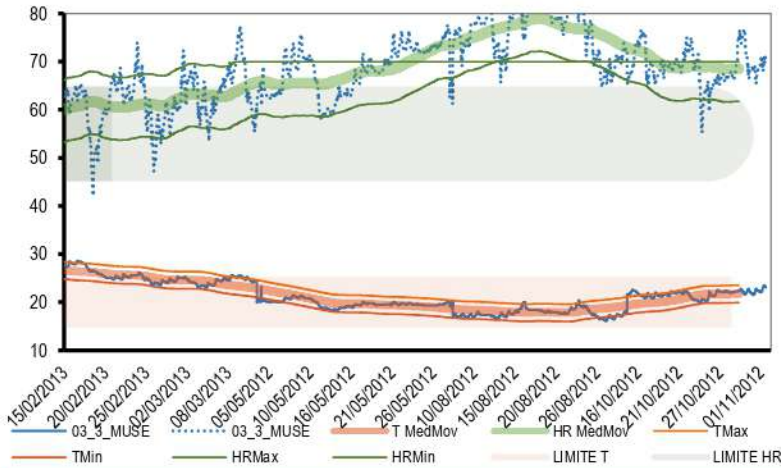
BIB. JURSOC

03_3_MUSE

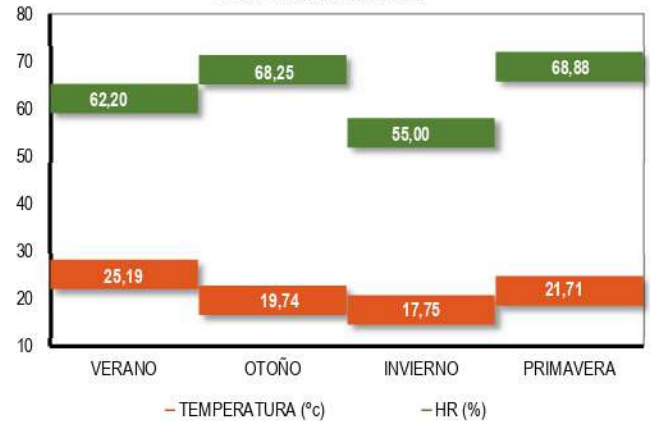


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

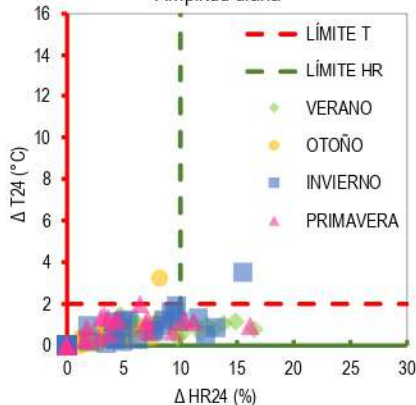


OBJETIVO CLIMÁTICO

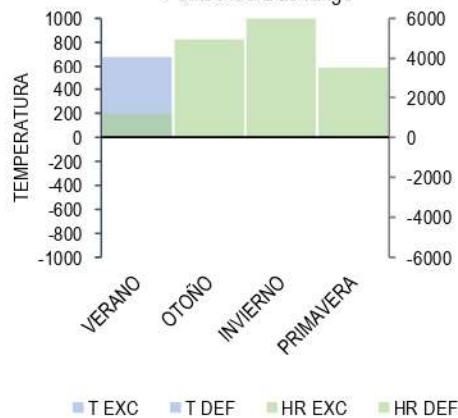


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

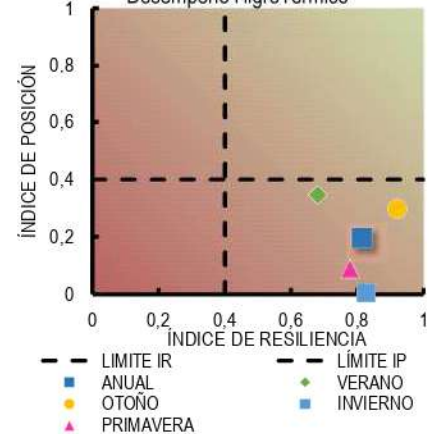
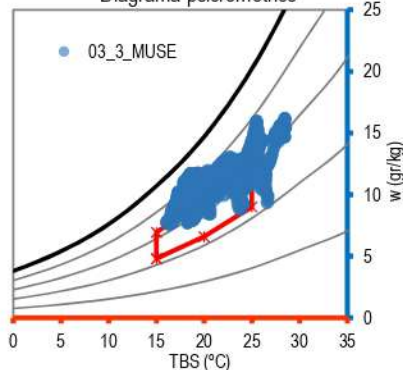


Diagrama psicrométrico



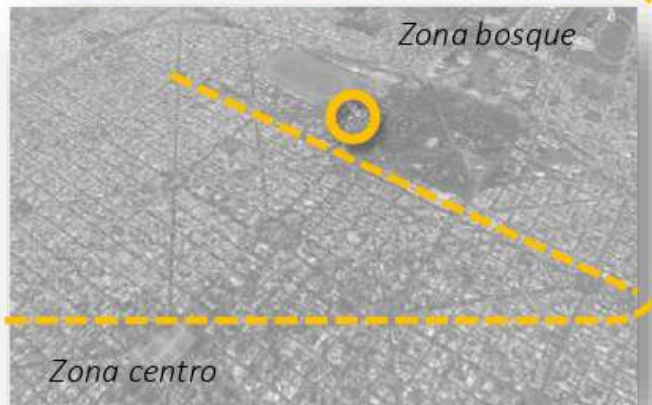
VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,7
5.- PESADEZ Kg/m ²	-
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	-
8.- TRANSPARENCIA	-
9.- VALOR "k" W/m ² °C	-
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	35%	68%	REGULAR
OTOÑO	30%	92%	REGULAR
INVIERNO	1%	83%	REGULAR
PRIMAVERA	9%	78%	REGULAR
ANUAL	20%	81%	REGULAR

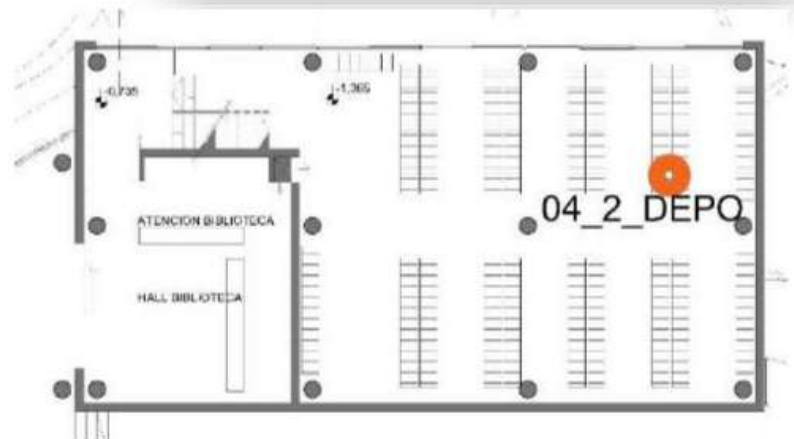
* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 4

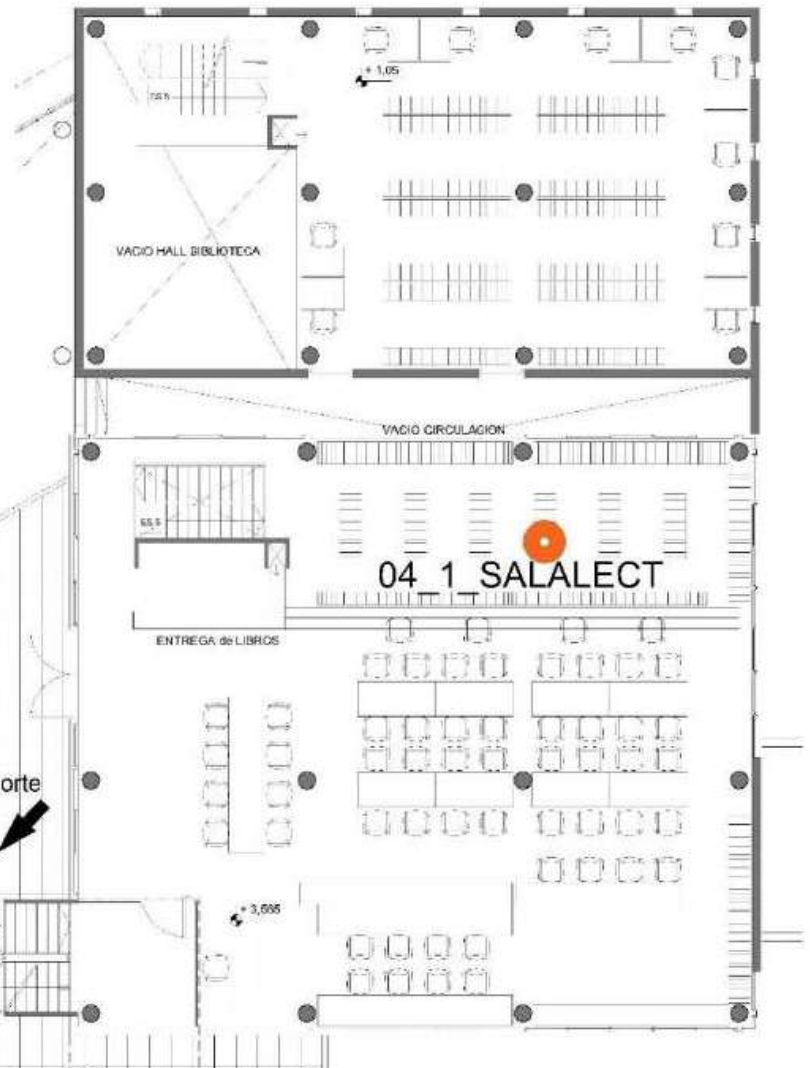
Biblioteca Facultad de Arquitectura y Urbanismo



Nivel -1,40. Depósito



Nivel 1,05. Depósito y acceso



Nivel 3,65. Sala de lectura



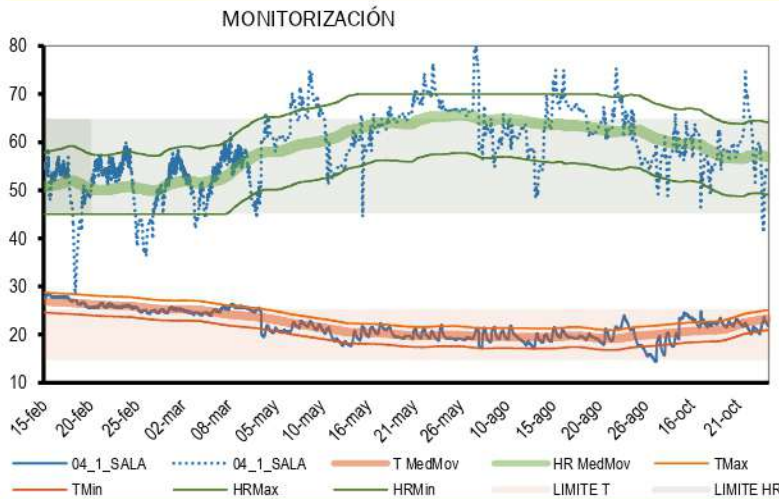
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. ARQUITECTURA

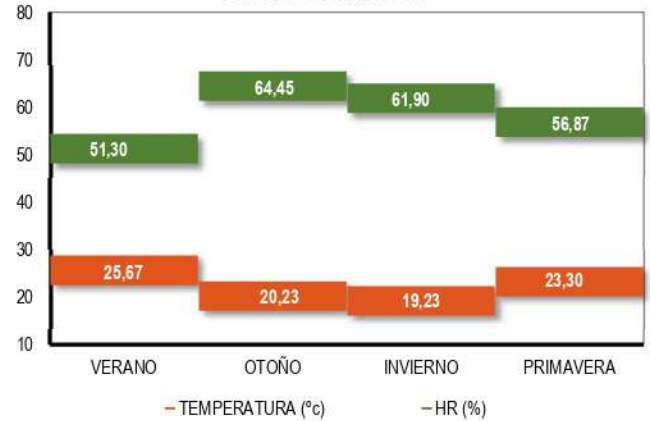
04_1_SALA



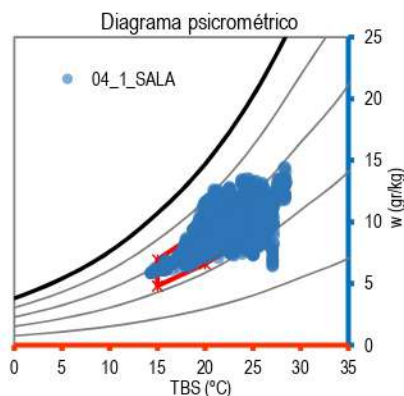
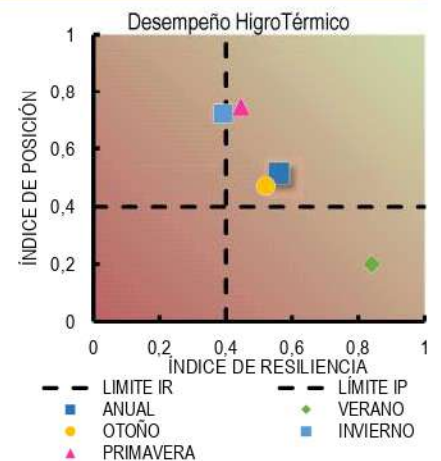
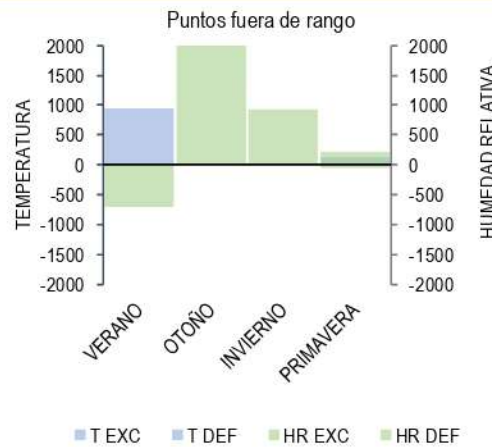
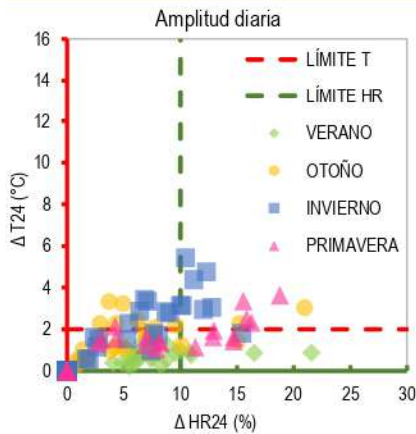
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,57
5.- PESADEZ Kg/m ²	353,49
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,39
8.- TRANSPARENCIA	0,142
9.- VALOR "K" W/m ² °C	2,47
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	20%	84%	REGULAR
OTOÑO	47%	52%	50%
INVIERNO	72%	39%	REGULAR
PRIMAVERA	75%	44%	60%
ANUAL	52%	56%	54%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

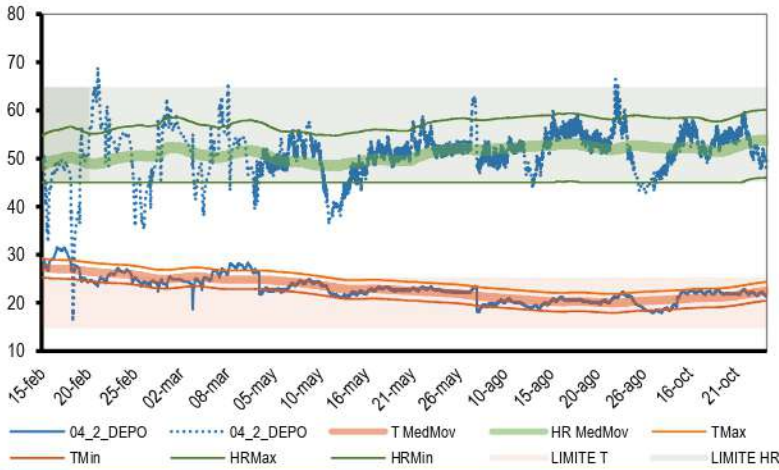
BIB. ARQUITECTURA

04_2_DEPO

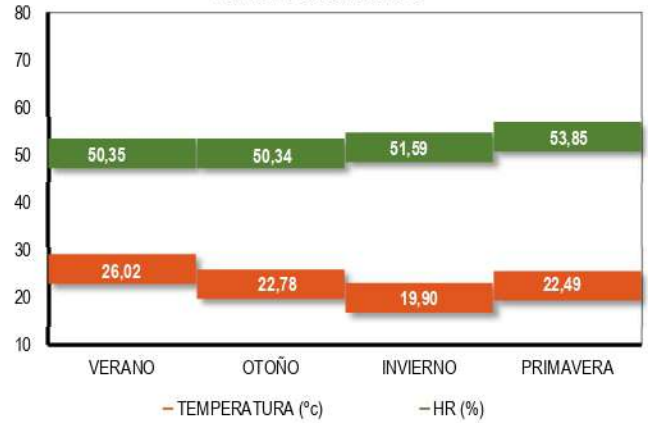


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

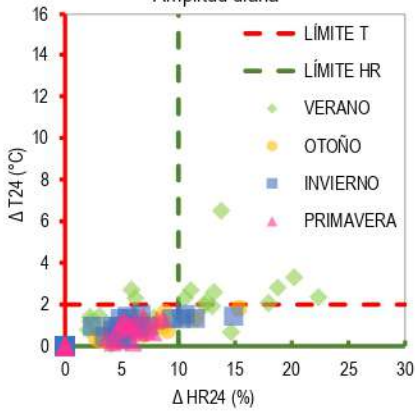


OBJETIVO CLIMÁTICO

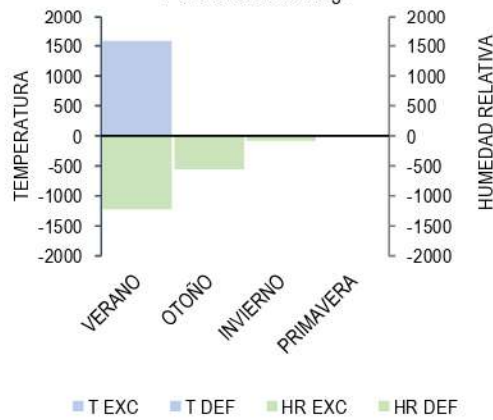


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

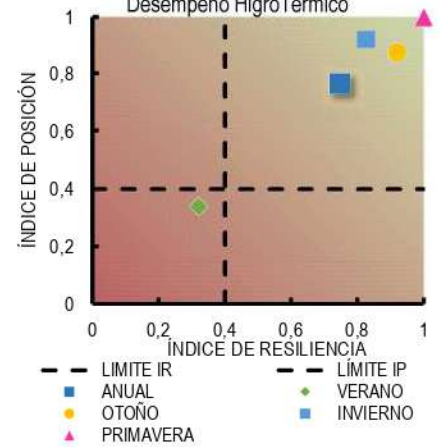
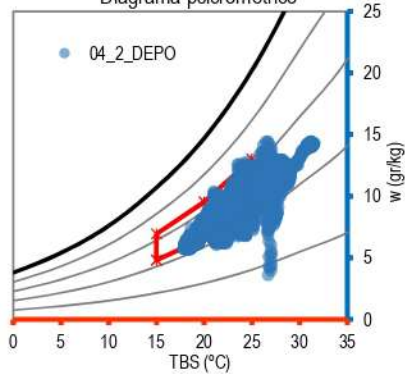


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,61
5.- PESADECZ Kg/m2	292,57
6.- ASENTAMIENTO	0,34
7.- ADOSAMIENTO	0,55
8.- TRANSPARENCIA	0,026
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,37
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

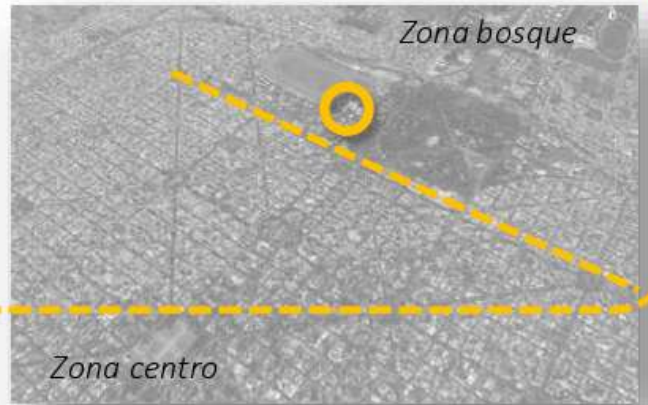
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	34%	32%	REGULAR
OTOÑO	87%	92%	90%
INVIERNO	92%	83%	87%
PRIMAVERA	100%	100%	100%
ANUAL	76%	75%	76%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

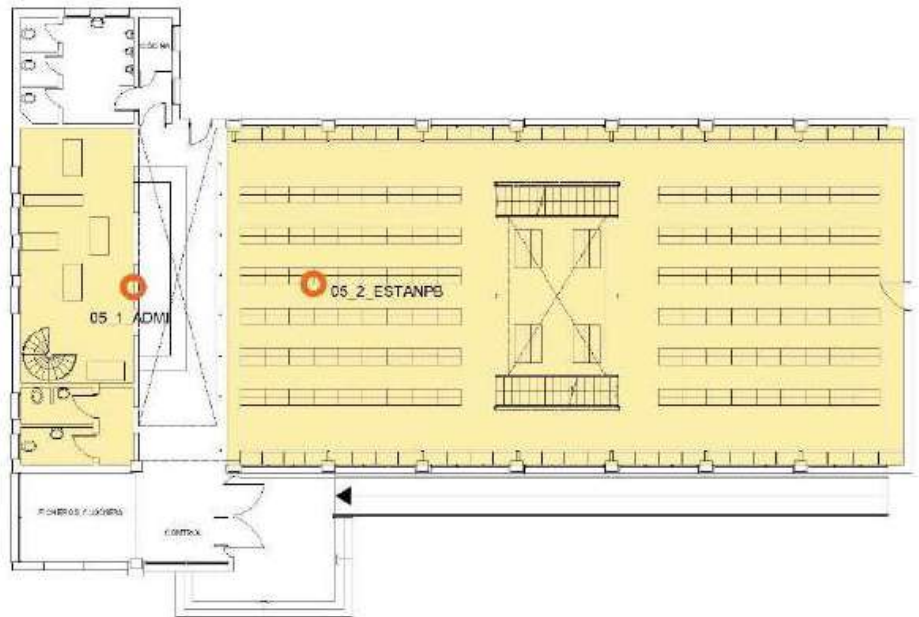
CASO 5

Sistema de Información Integrado.

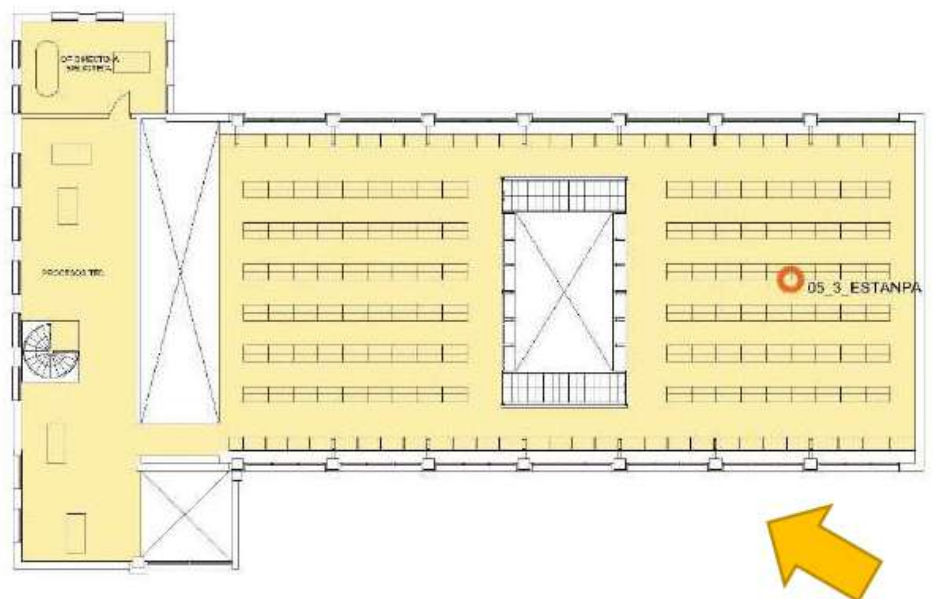
Facultad de Ingeniería



Nivel 0,00. Colección abierta PB y Oficina



Nivel +3,00. Colección abierta PA



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

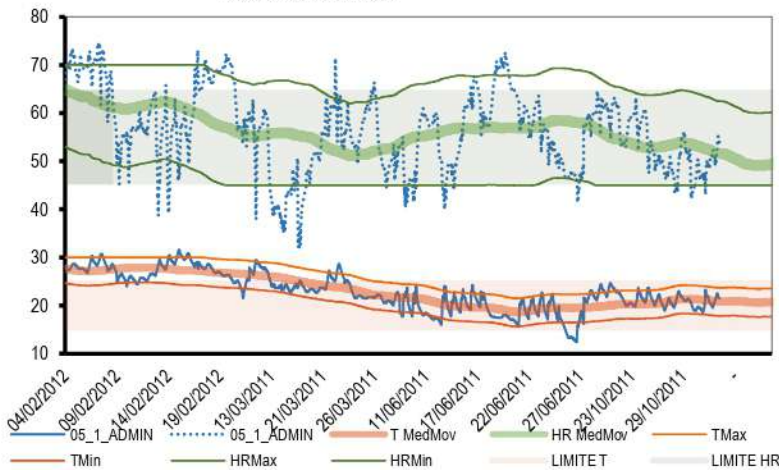
BIB. INGENIERÍA

05_1_ADMIN

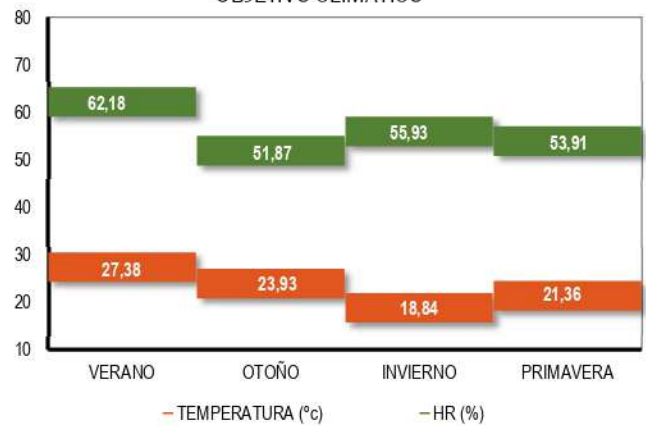


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

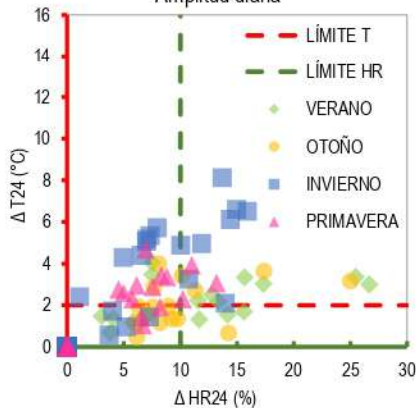


OBJETIVO CLIMÁTICO

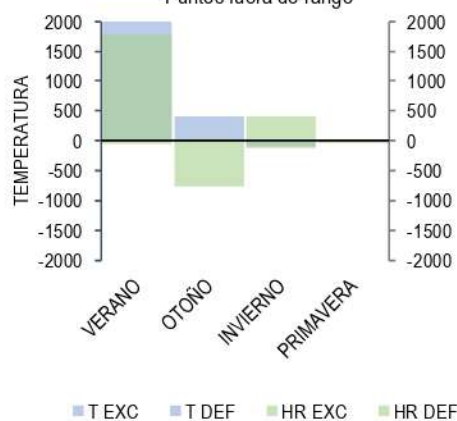


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

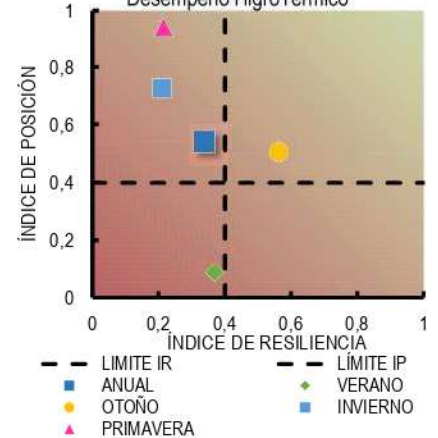
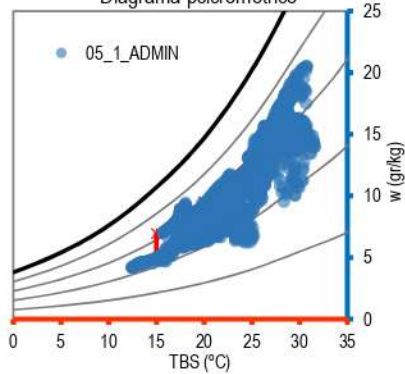


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,74
5.- PESADEZ Kg/m2	284,82
6.- ASENTAMIENTO	0,24
7.- ADOSAMIENTO	0,57
8.- TRANSPARENCIA	0,026
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,51
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	9%	37%	REGULAR
OTOÑO	51%	56%	53%
INVIERNO	72%	21%	REGULAR
PRIMAVERA	94%	21%	REGULAR
ANUAL	54%	34%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

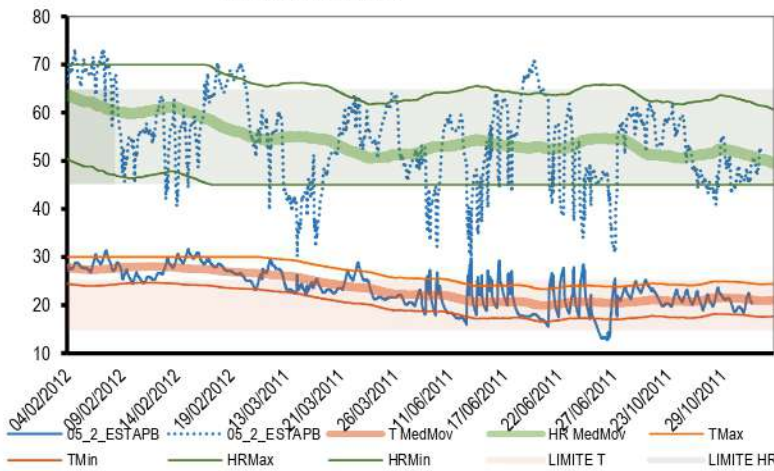
BIB. INGENIERÍA

05_2_ESTAPB

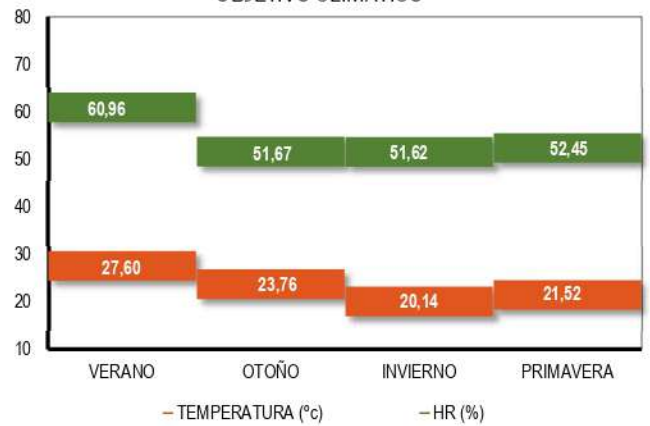


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

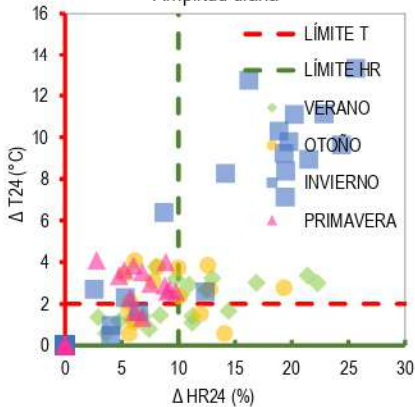


OBJETIVO CLIMÁTICO

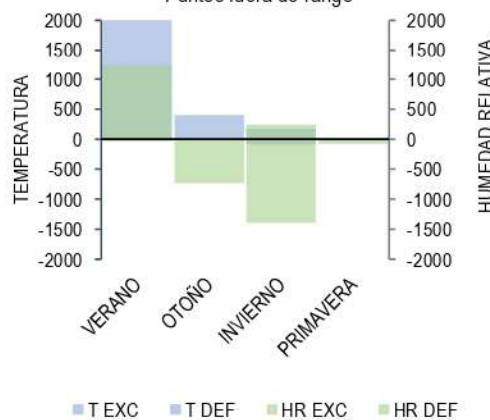


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

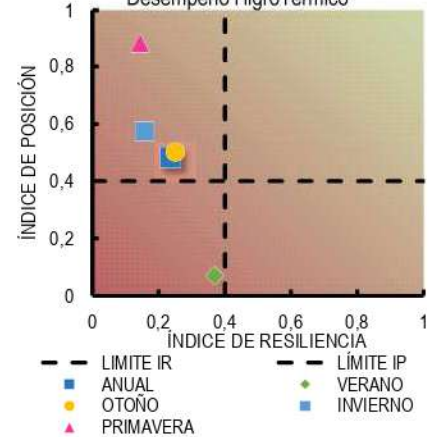
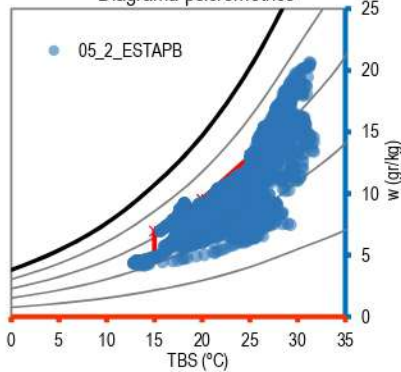


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,66
5.- PESADECZ Kg/m2	231,38
6.- ASENTAMIENTO	0,29
7.- ADOSAMIENTO	0,07
8.- TRANSPARENCIA	0,116
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,24
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	7%	37%	REGULAR
OTOÑO	50%	25%	REGULAR
INVIERNO	57%	16%	REGULAR
PRIMAVERA	89%	14%	REGULAR
ANUAL	48%	24%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

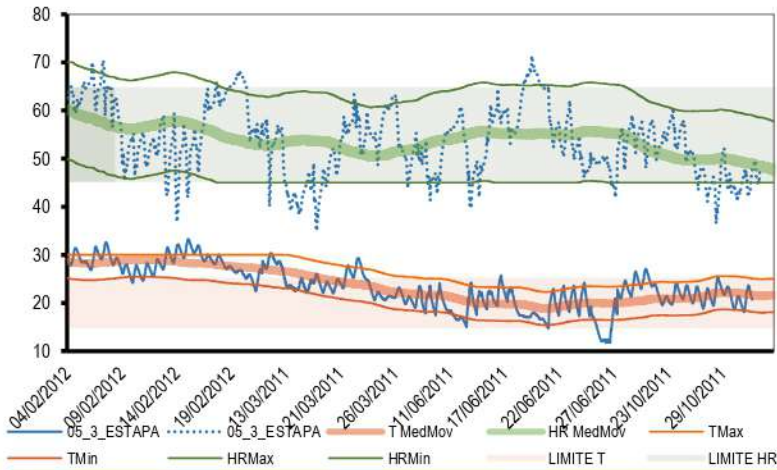


BIB. INGENIERÍA

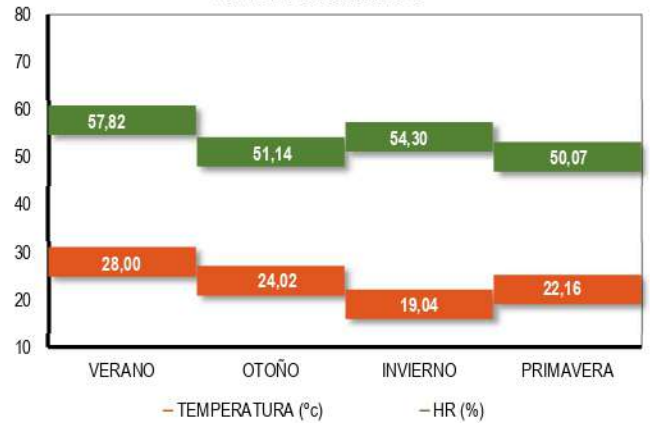
05_3_ESTAPA

MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

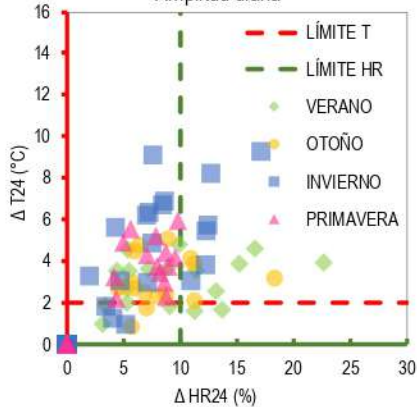


OBJETIVO CLIMÁTICO

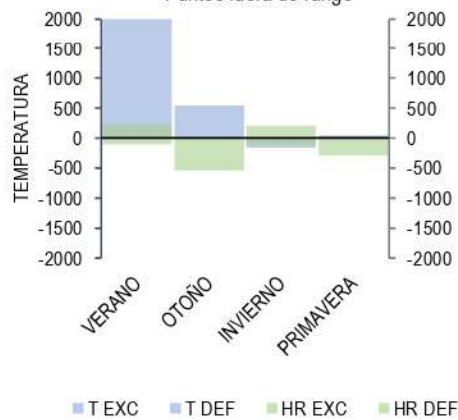


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

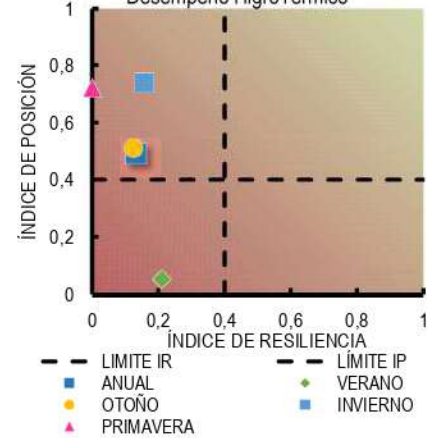
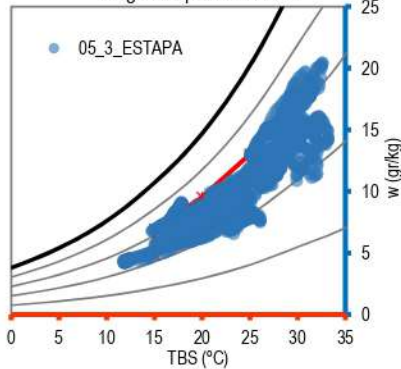


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,66
5.- PESADEZ Kg/m ²	231,38
6.- ASENTAMIENTO	0,29
7.- ADOSAMIENTO	0,07
8.- TRANSPARENCIA	0,116
9.- VALOR "K" W/m ² °C	2,24
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	5%	21%	REGULAR
OTOÑO	51%	13%	REGULAR
INVIERNO	74%	16%	REGULAR
PRIMAVERA	72%	0%	REGULAR
ANUAL	49%	13%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

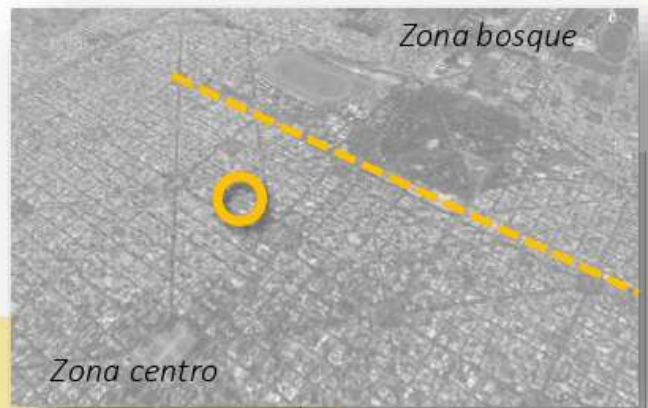
CASO 6

Biblioteca Raúl A. Granoni

Facultad de Ciencias Económicas



Nivel -8,00. Acceso Biblioteca



Nivel -4,32. Acceso Biblioteca

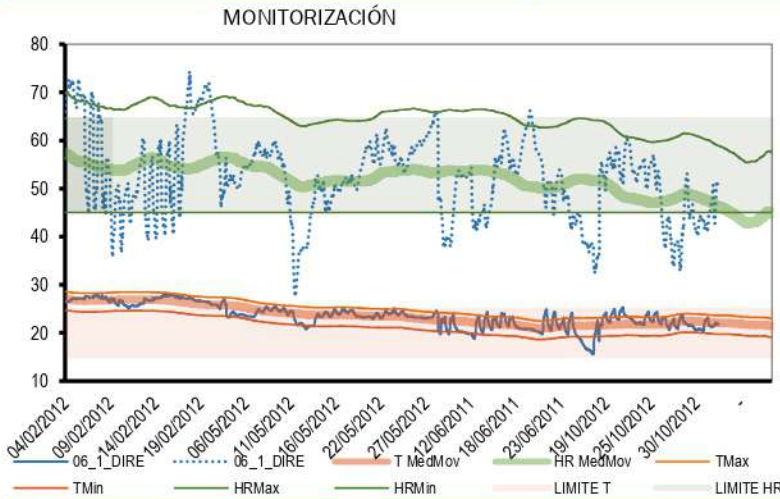
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CS. ECONÓMICA

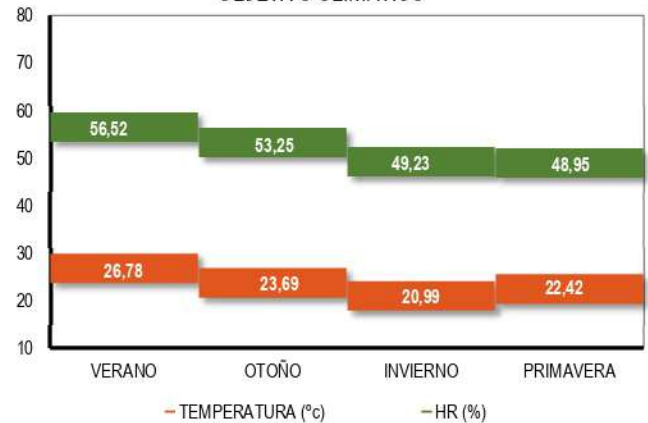
06_1_DIRE



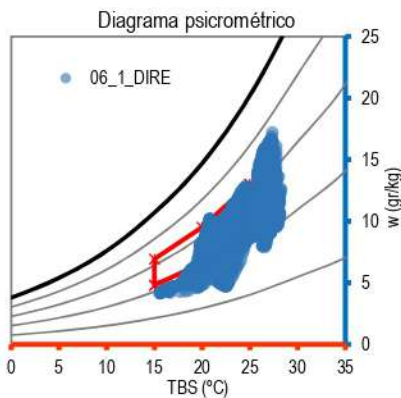
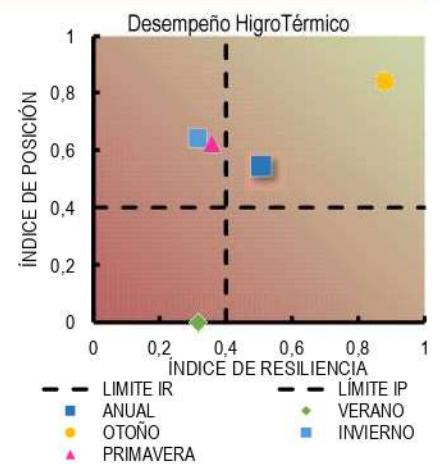
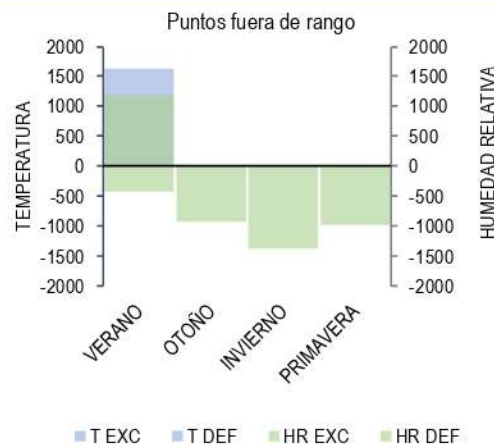
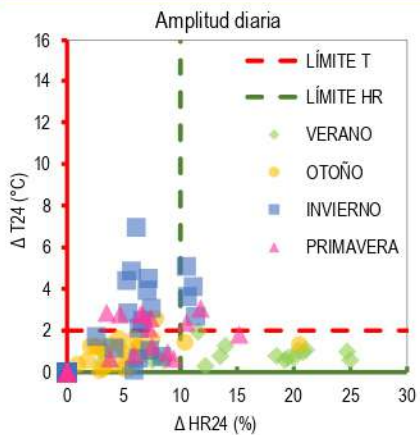
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.-EDAD	CONTEMP.
4.-COMPACIDAD	0,72
5.-PESEDEZ Kg/m2	323,83
6.-ASENTAMIENTO	-
7.-ADOSAMIENTO	0,58
8.-TRANSPARENCIA	0,019
9.-VALOR "k" W/m2°C	1,91
10.-CONTENIDO	MIX
11.-EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	32%	REGULAR
OTOÑO	84%	88%	86%
INVIERNO	64%	32%	REGULAR
PRIMAVERA	63%	36%	REGULAR
ANUAL	54%	51%	53%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

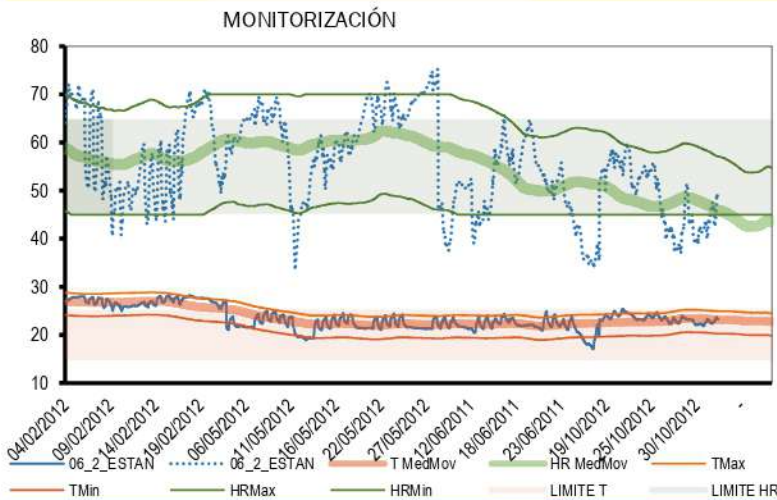
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CS. ECONÓMICAS

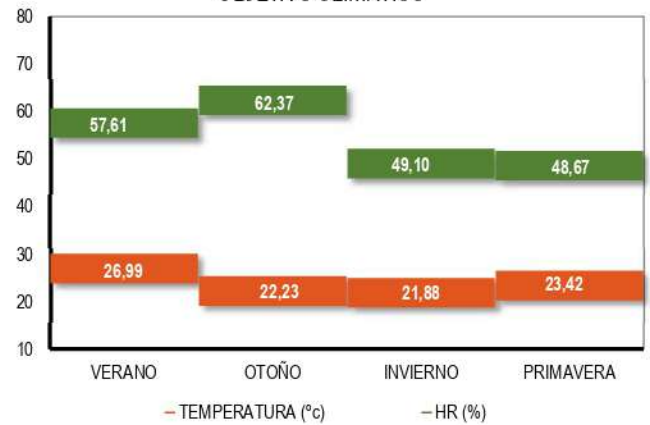
06_2_ESTAN



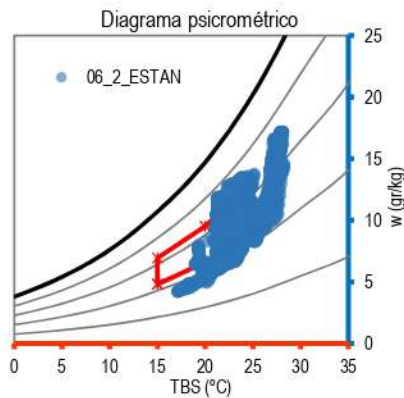
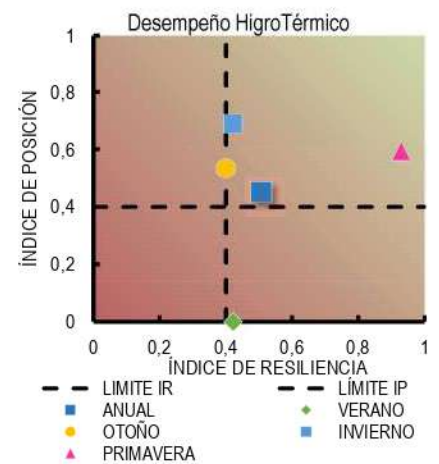
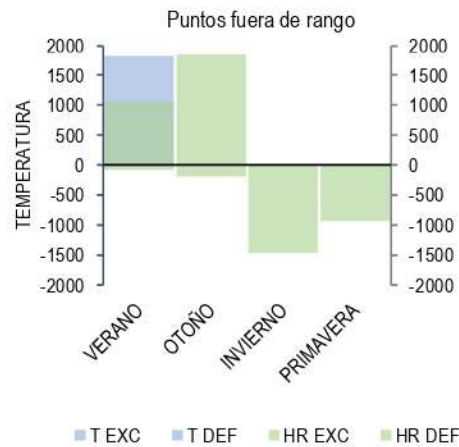
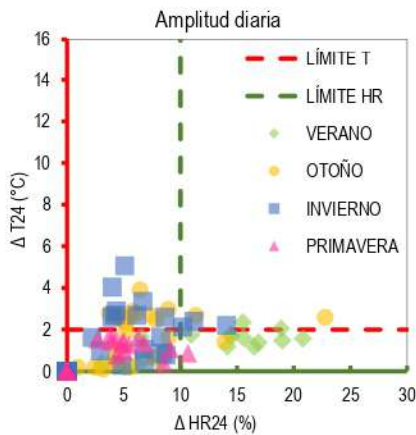
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,46
5.- PESADEZ Kg/m ²	444,71
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,85
8.- TRANSPARENCIA	0,02
9.- VALOR "K" W/m ² °C	1,53
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	42%	REGULAR
OTOÑO	53%	40%	REGULAR
INVIERNO	69%	42%	55%
PRIMAVERA	59%	93%	76%
ANUAL	45%	51%	48%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

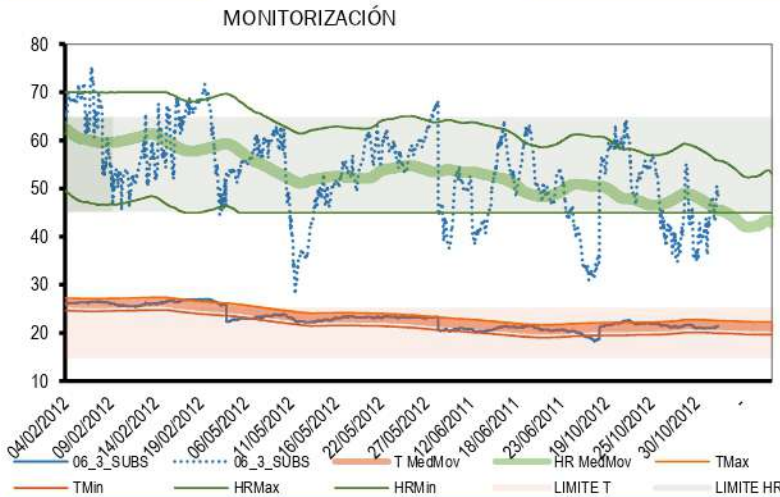
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

BIB. CS. ECONÓMICAS

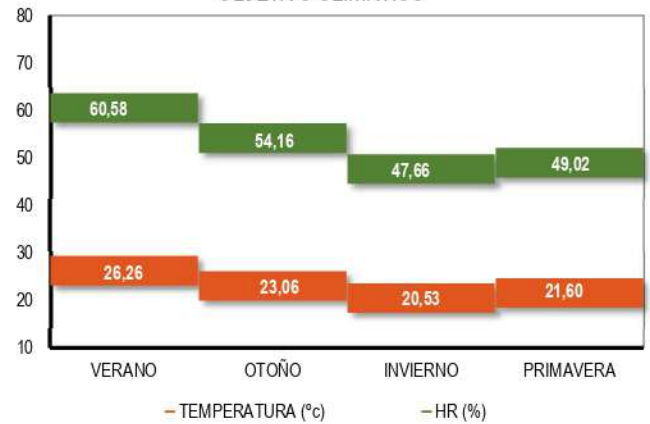
06_3_SUBS



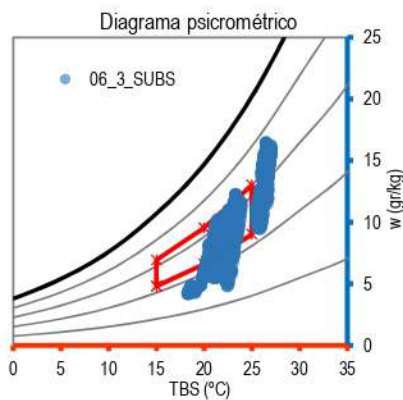
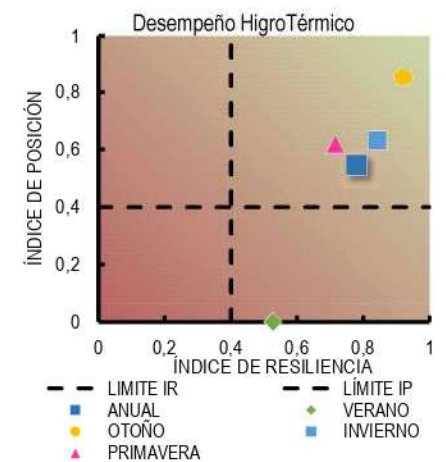
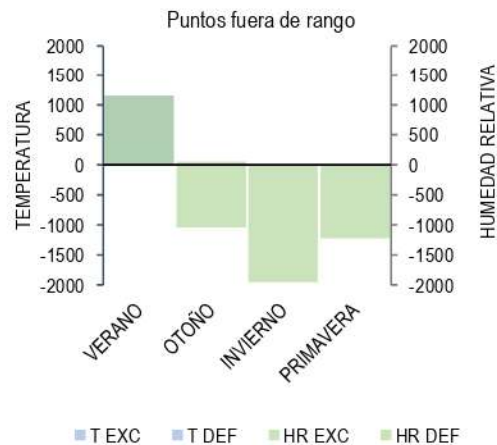
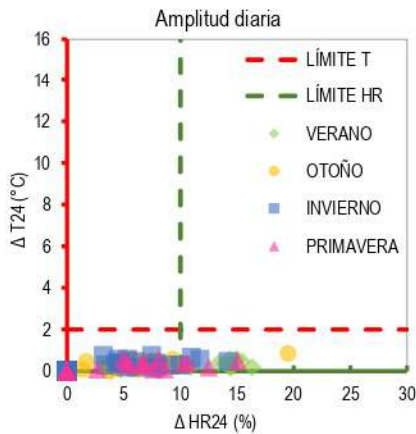
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,58
5.- PESADECZ Kg/m2	475,45
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	1
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,23
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

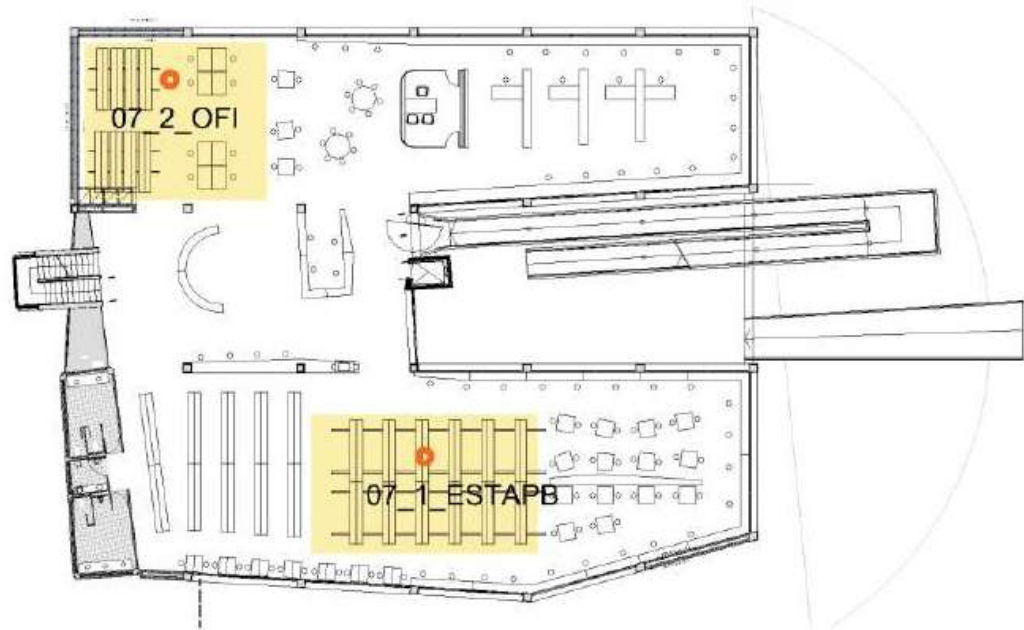
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	53%	REGULAR
OTOÑO	85%	92%	89%
INVIERNO	63%	84%	74%
PRIMAVERA	62%	71%	67%
ANUAL	55%	78%	66%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

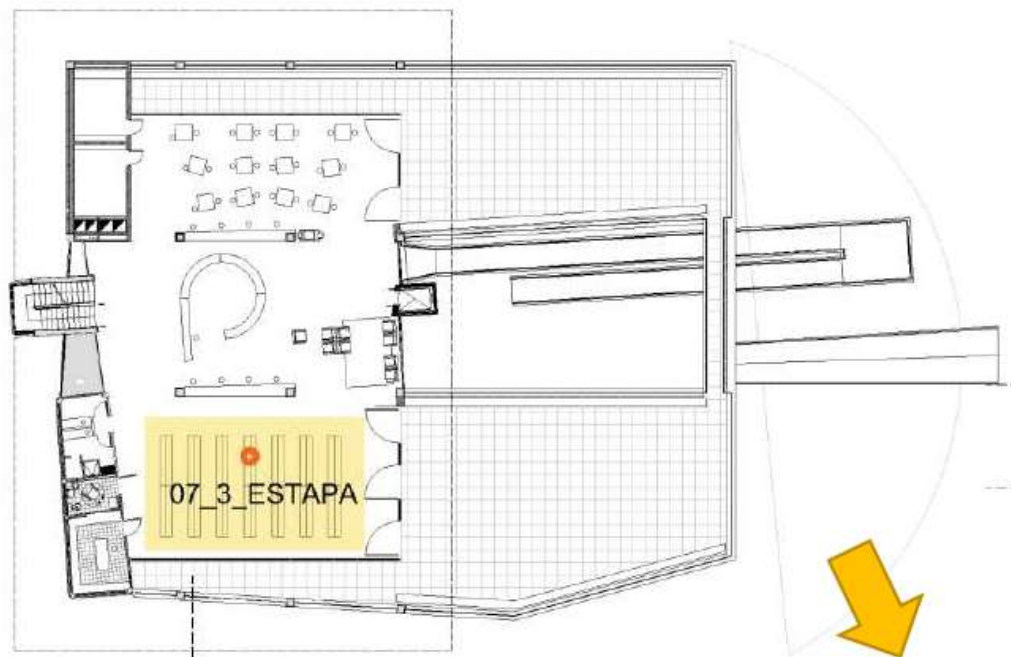
CASO 7

Biblioteca Conjunta

Facultad de Ciencias Veterinarias y
Ciencias Agrarias y Forestales



Nivel 5,00. Acceso Biblioteca



Nivel 9,40. Biblioteca

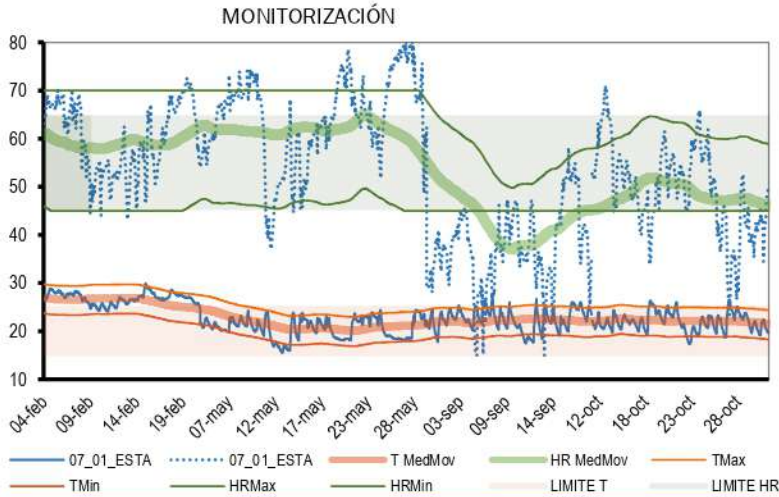
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CONJUNTA

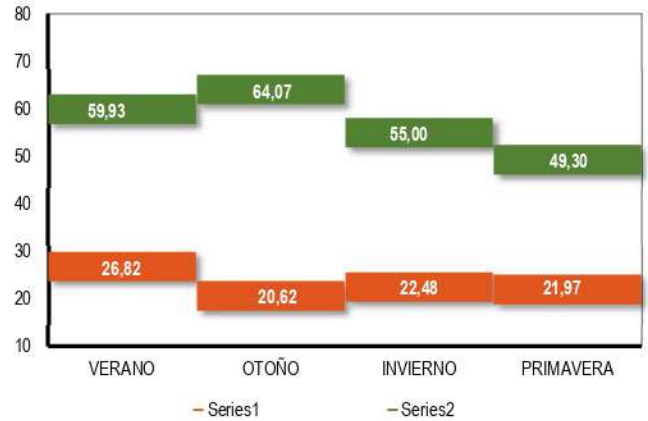
07_01_ESTA



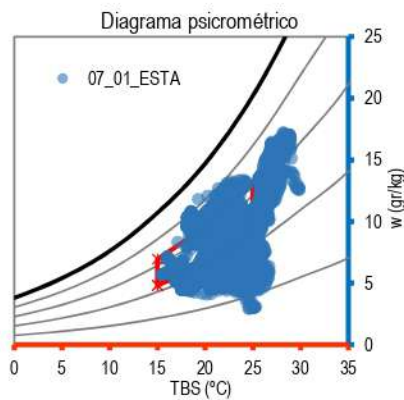
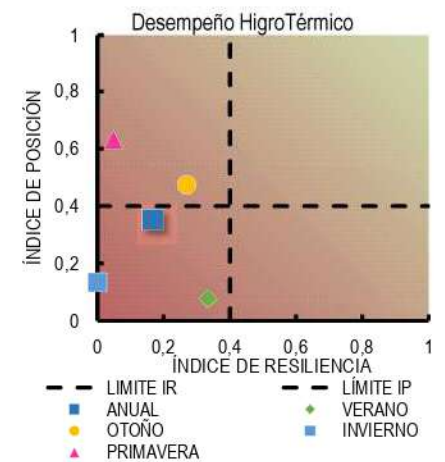
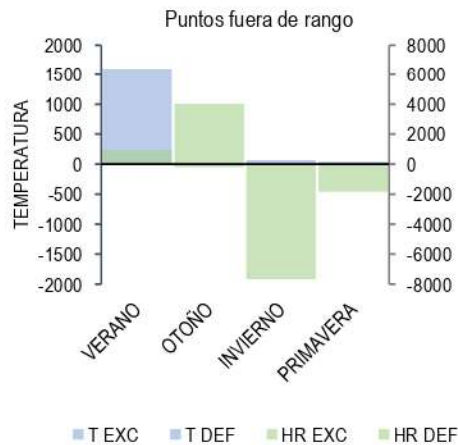
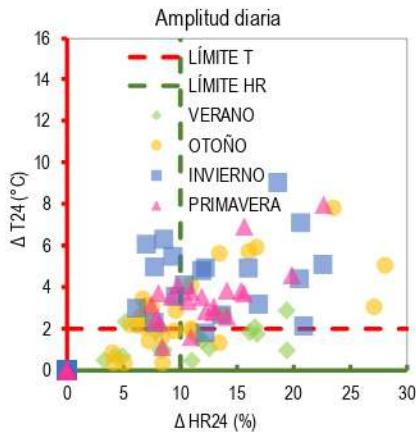
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,42
5.- PESADECZ Kg/m2	354
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,27
8.- TRANSPARENCIA	0,151
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,62
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	8%	33%	REGULAR
OTOÑO	47%	27%	REGULAR
INVIERNO	13%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	63%	5%	REGULAR
ANUAL	35%	17%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

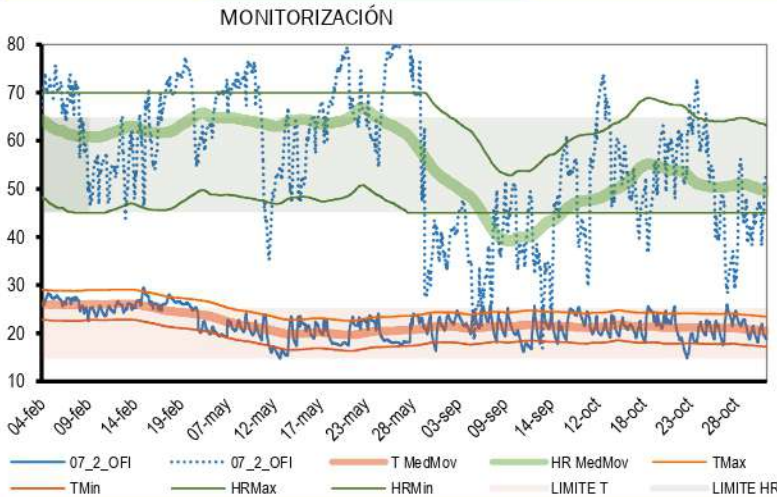
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. CONJUNTA

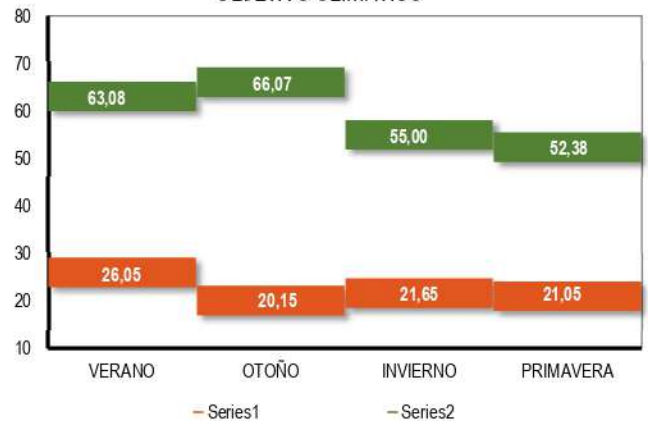
07_2_OFI



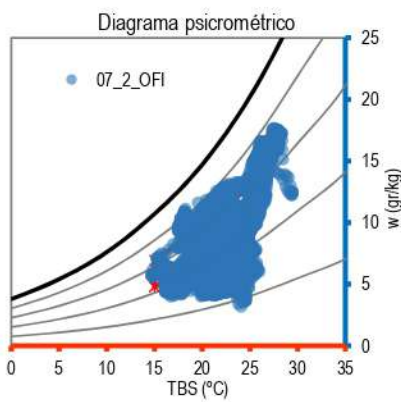
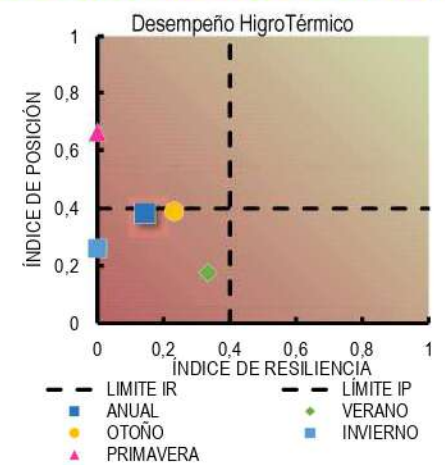
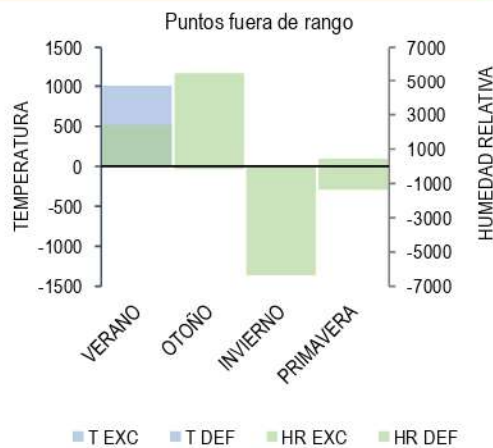
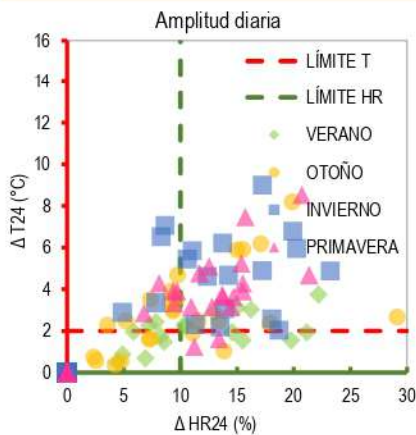
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,42
5.- PESADEZ Kg/m2	354
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,27
8.- TRANSPARENCIA	0,151
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,62
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	18%	33%	REGULAR
OTOÑO	39%	23%	REGULAR
INVIERNO	26%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	66%	0%	REGULAR
ANUAL	38%	14%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

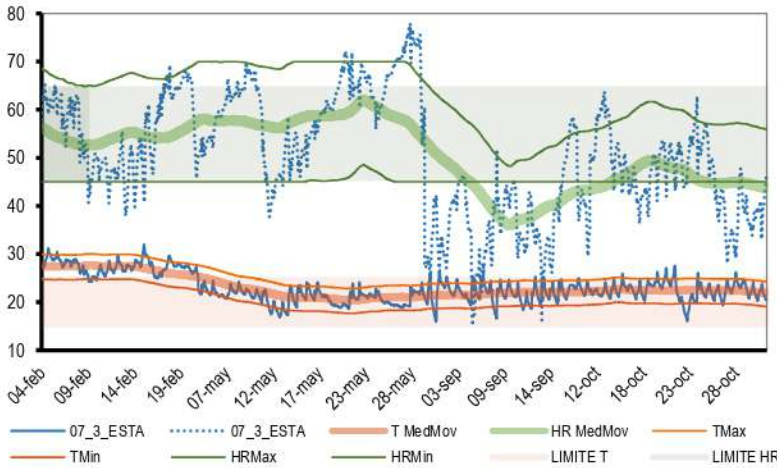
BIB. CONJUNTA

07_3_ESTA

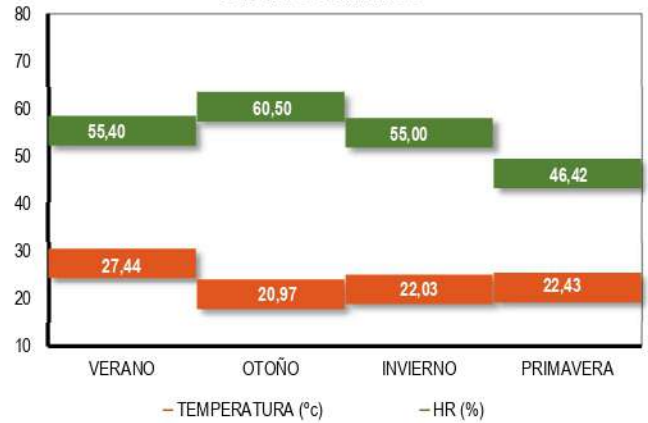


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

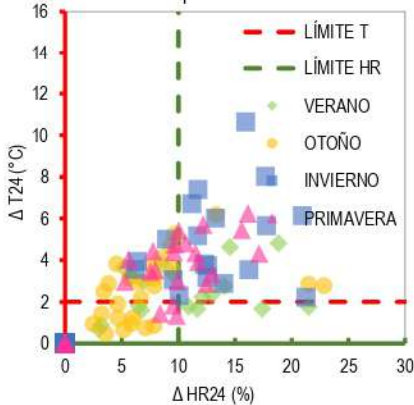


OBJETIVO CLIMÁTICO

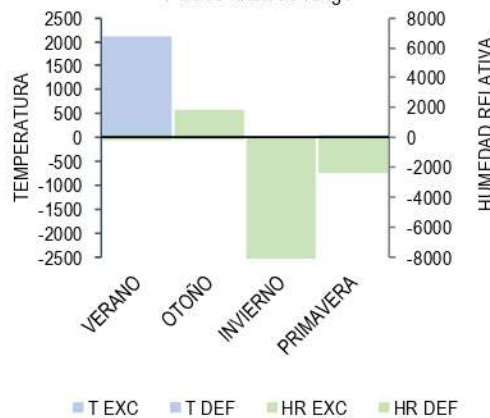


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

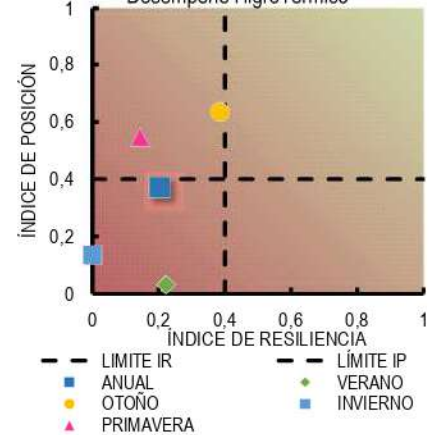
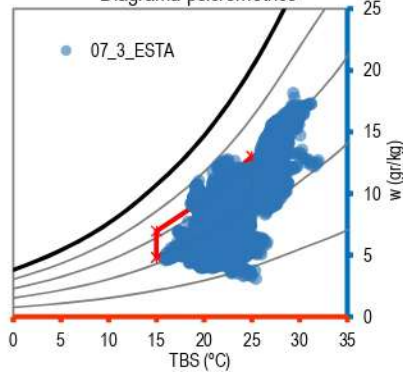


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	CONTEMP.
4.- COMPACIDAD	0,5
5.- PESADECZ Kg/m2	355,5
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,36
8.- TRANSPARENCIA	0,137
9.- VALOR "K" W/m2°C	2,45
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

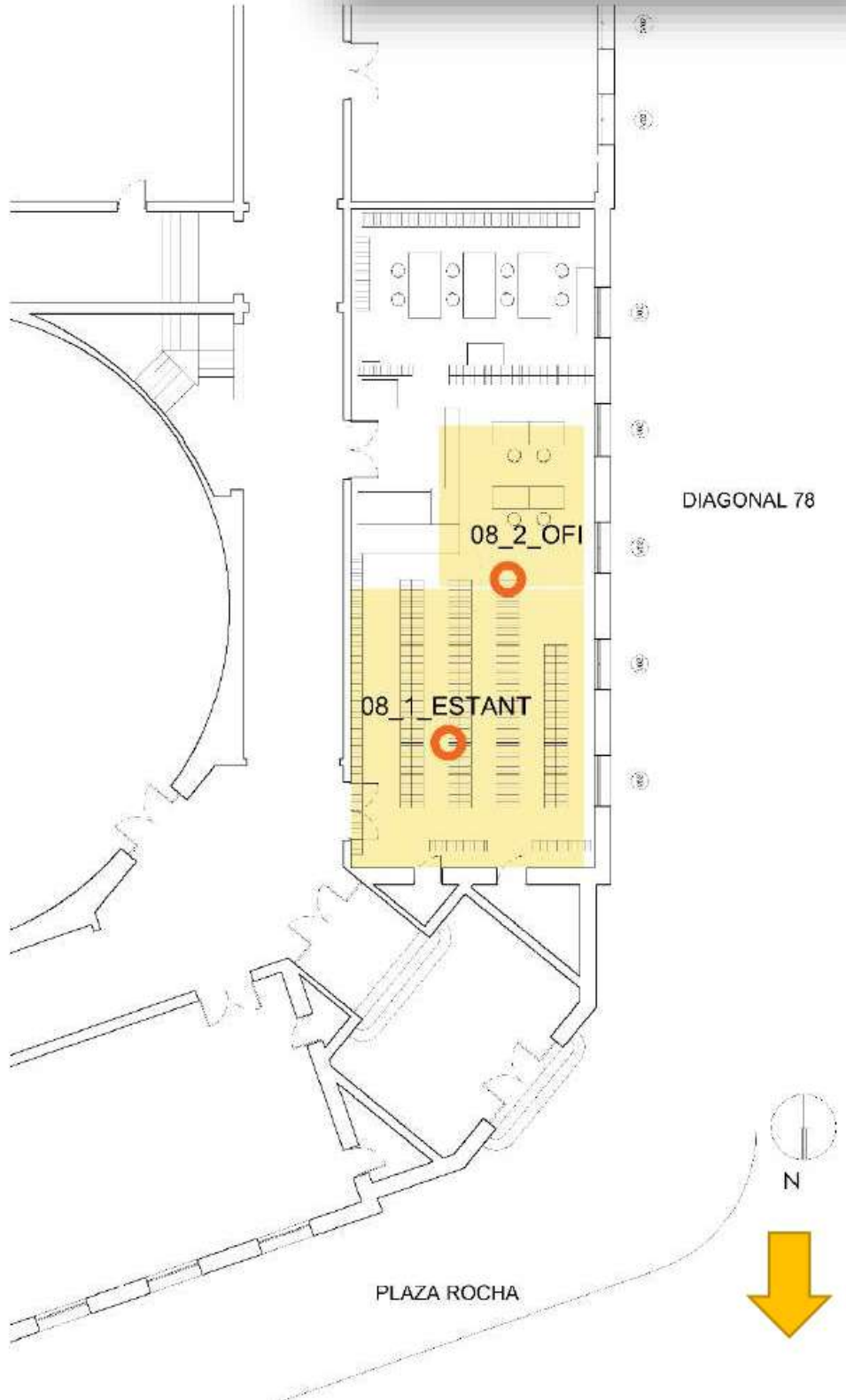
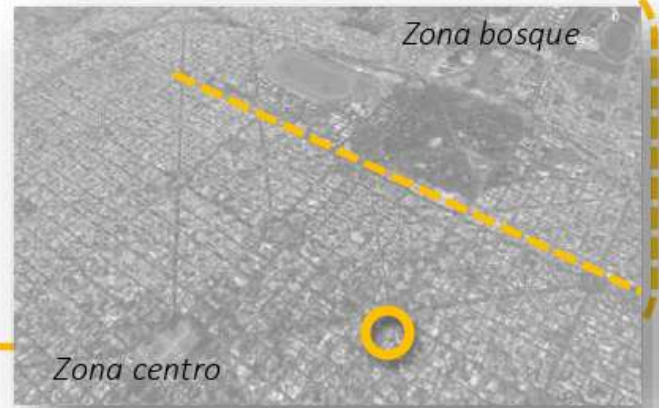
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	3%	22%	REGULAR
OTOÑO	63%	38%	REGULAR
INVIERNO	13%	0%	REGULAR
PRIMAVERA	55%	14%	REGULAR
ANUAL	37%	20%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 8

Biblioteca Fernán Félix de Amador

Facultad de Bellas Artes



PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

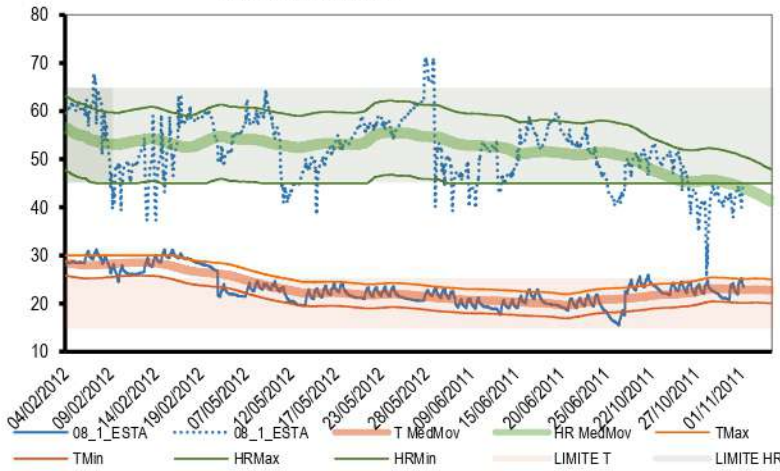
BIB. BELLAS ARTES

08_1_ESTA

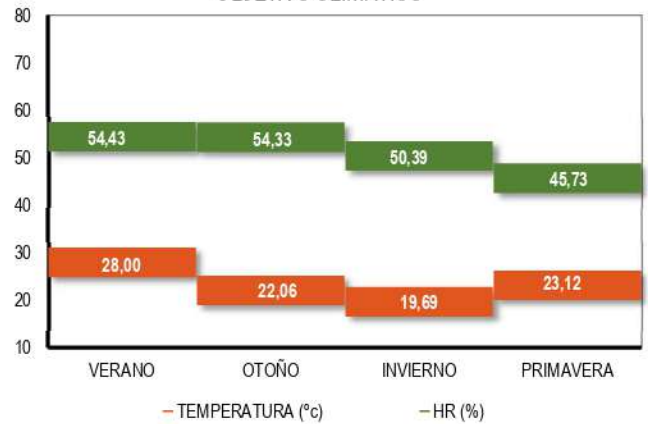


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

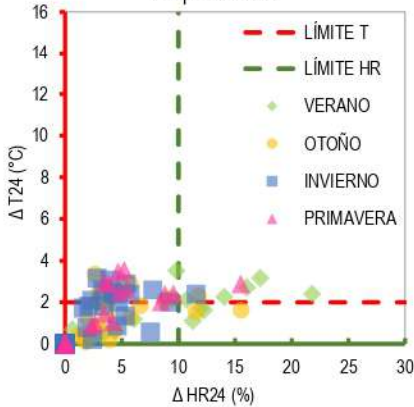


OBJETIVO CLIMÁTICO

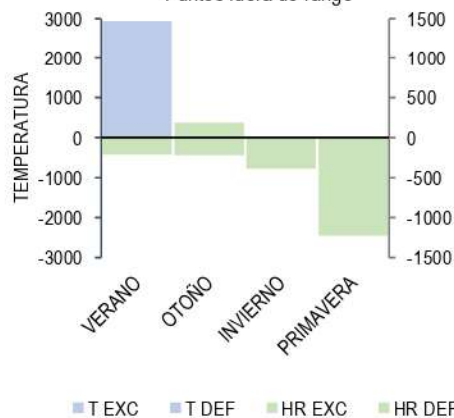


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigrOTérmico

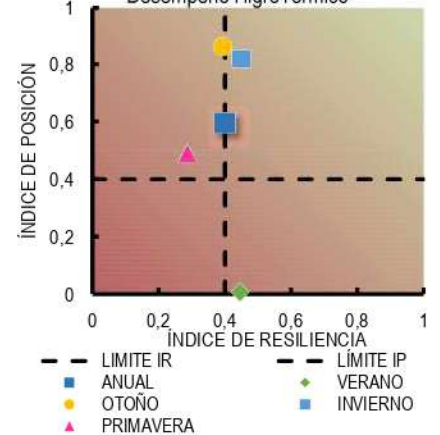
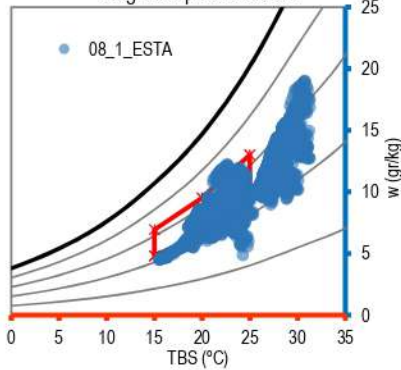


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,5
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	1%	44%	REGULAR
OTOÑO	86%	39%	REGULAR
INVIERNO	82%	45%	64%
PRIMAVERA	49%	29%	REGULAR
ANUAL	60%	40%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

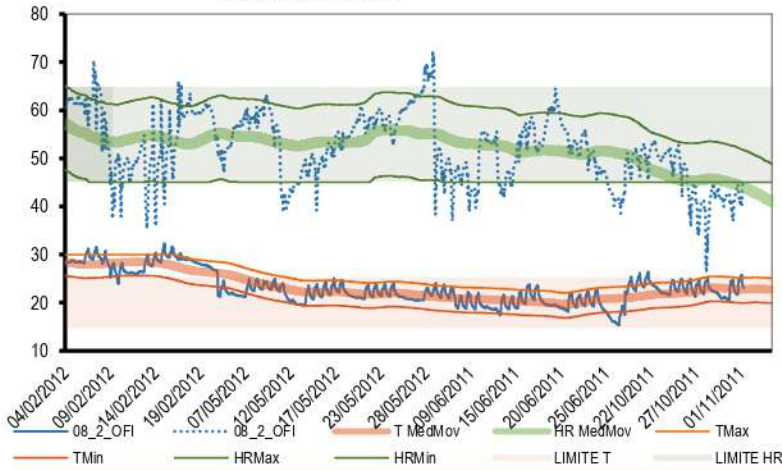
BIB. BELLAS ARTES

08_2_OFI

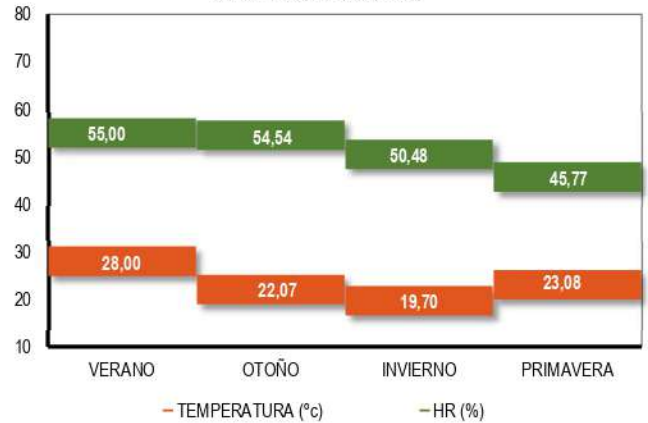


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

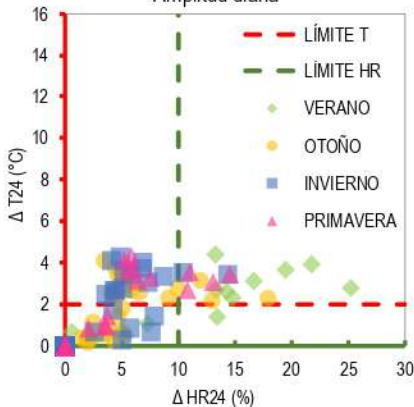


OBJETIVO CLIMÁTICO

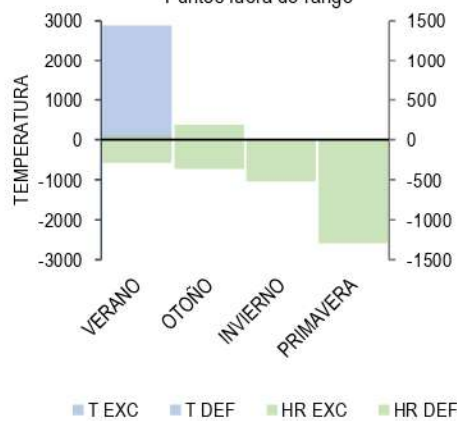


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

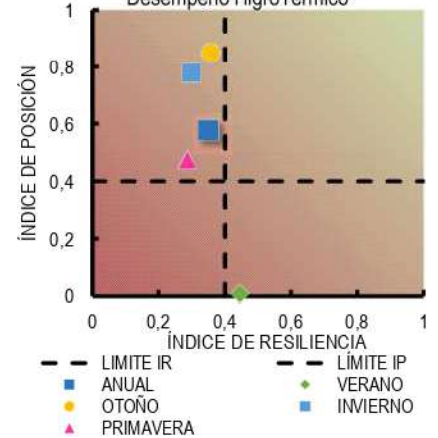
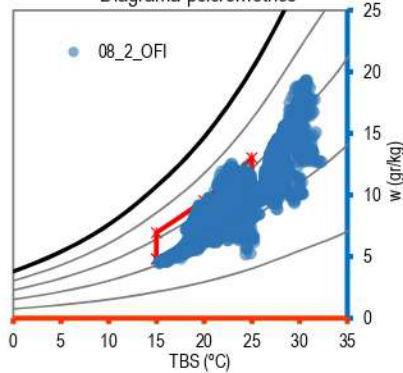


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,68
5.- PESADECZ Kg/m2	461,7
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,83
8.- TRANSPARENCIA	0,029
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,5
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

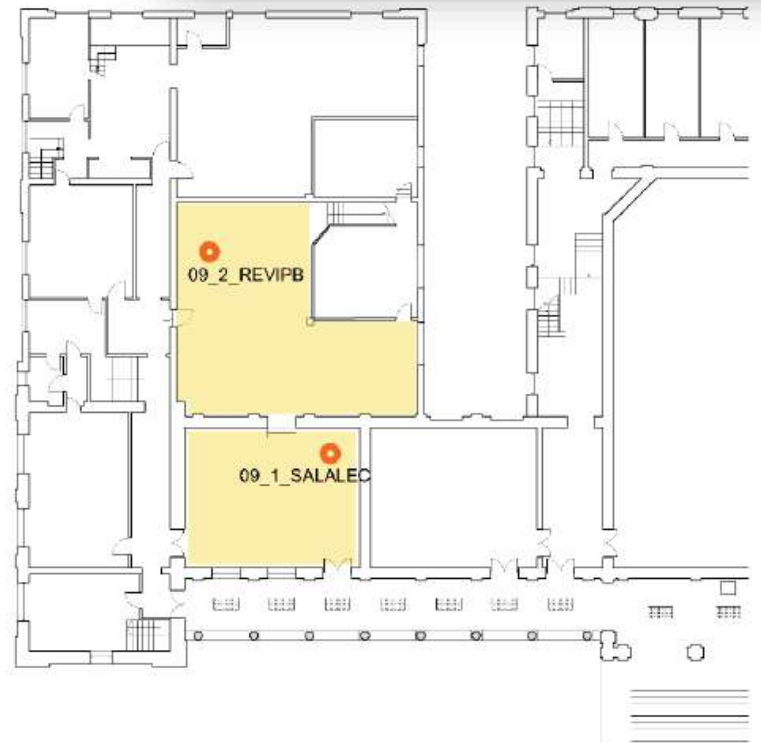
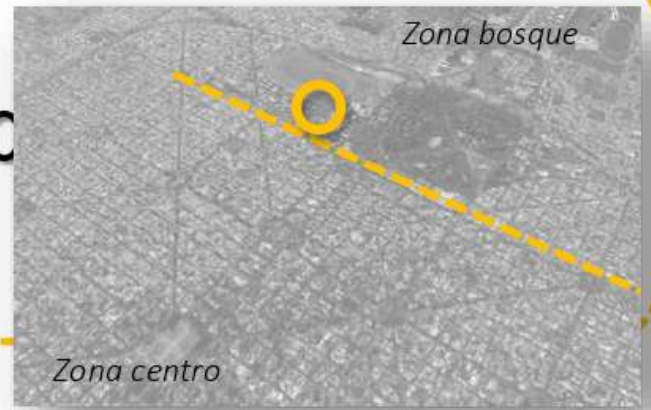
ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	1%	44%	REGULAR
OTOÑO	85%	36%	REGULAR
INVIERNO	78%	30%	REGULAR
PRIMAVERA	48%	29%	REGULAR
ANUAL	58%	35%	REGULAR

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 9

Biblioteca Departamento de Física

Facultad de Ciencias Exactas



Planta acceso



Planta alta.

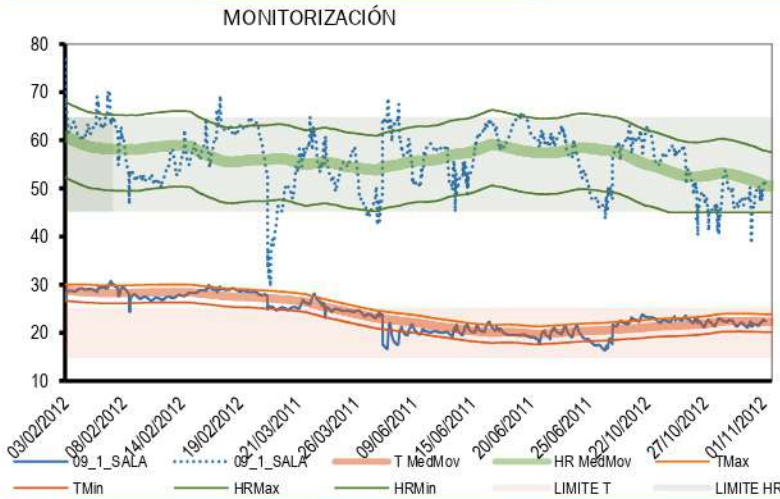
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. DPTO.DE FÍSICA

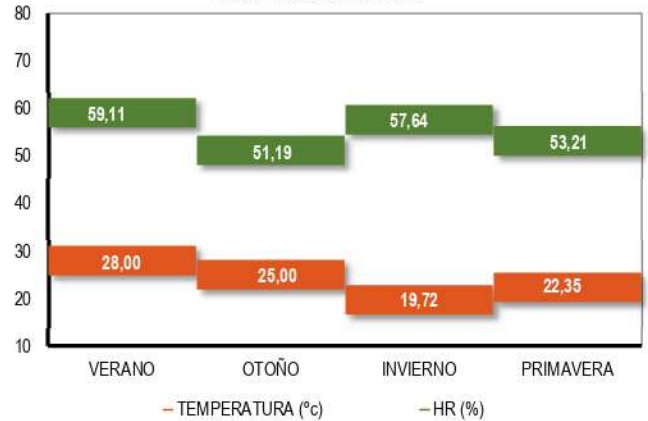
09_1_SALA



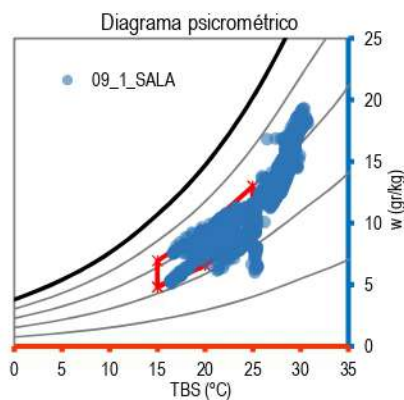
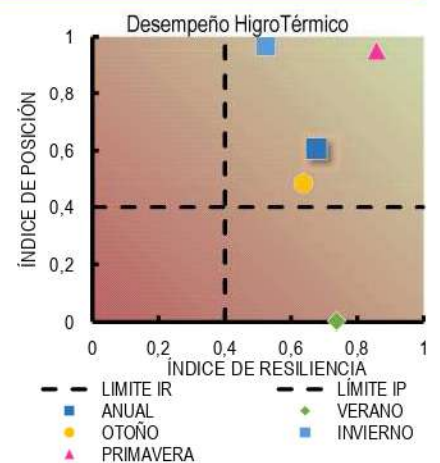
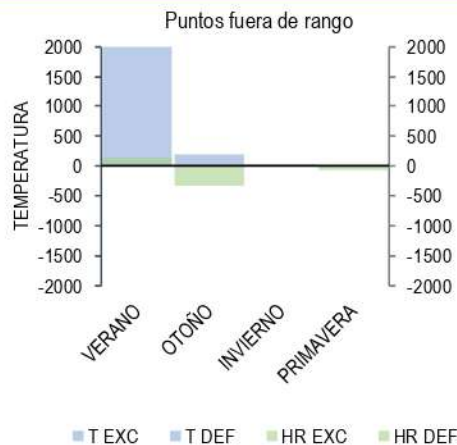
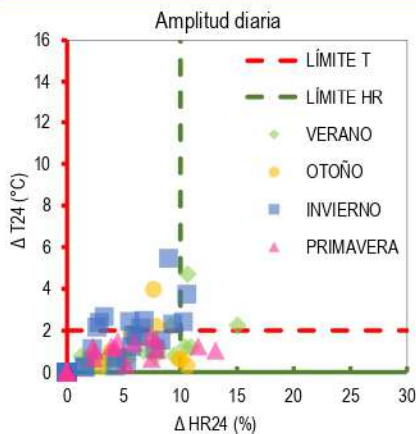
MONITORIZACIÓN



OBJETIVO CLIMÁTICO



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	74%	REGULAR
OTOÑO	48%	64%	56%
INVIERNO	97%	52%	75%
PRIMAVERA	95%	86%	90%
ANUAL	61%	68%	64%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

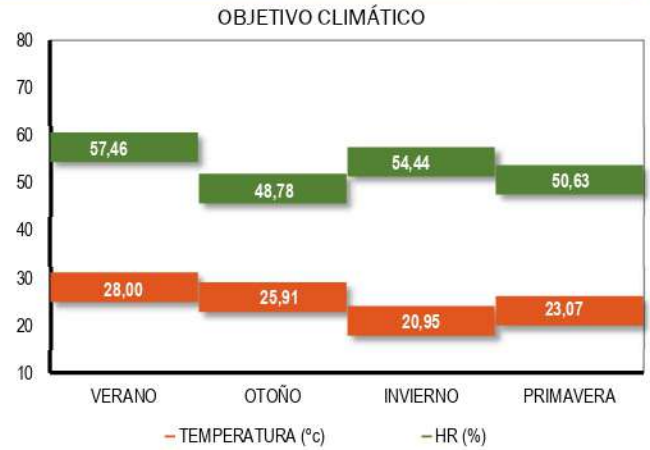
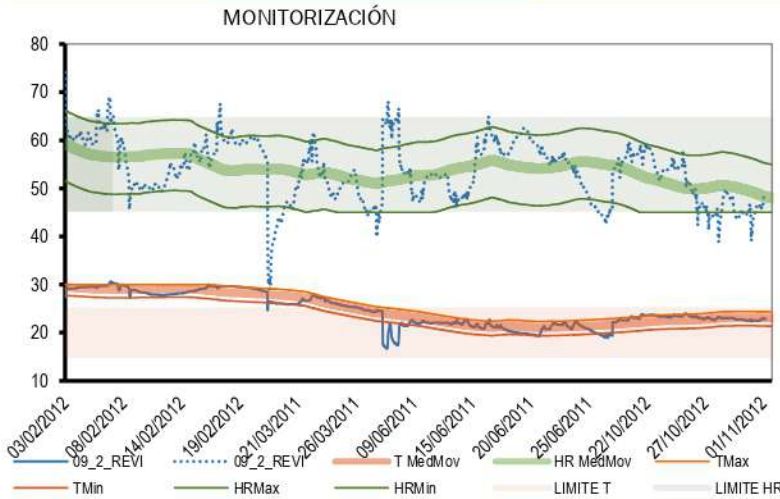
PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

BIB. DPTO. DE FÍSICA

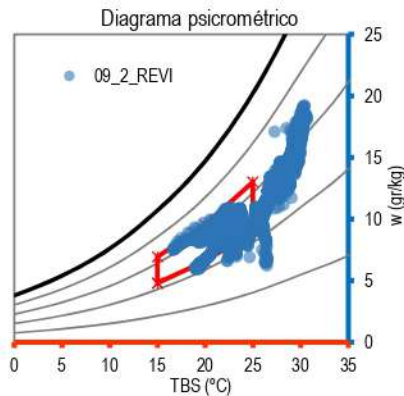
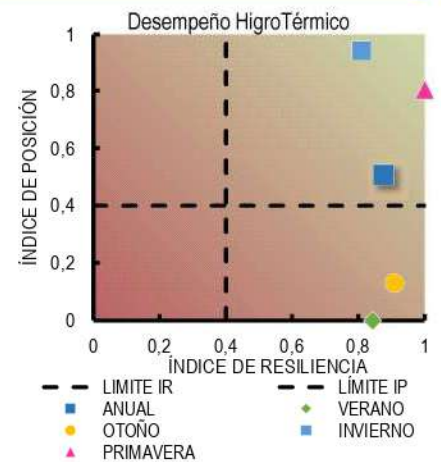
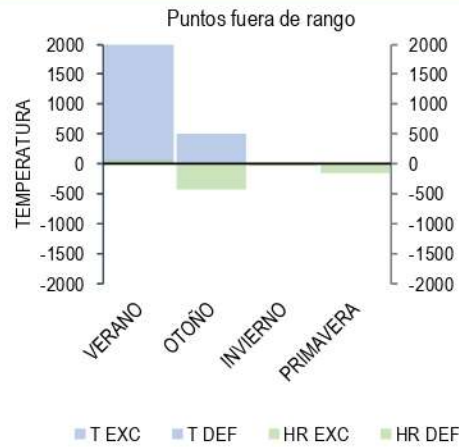
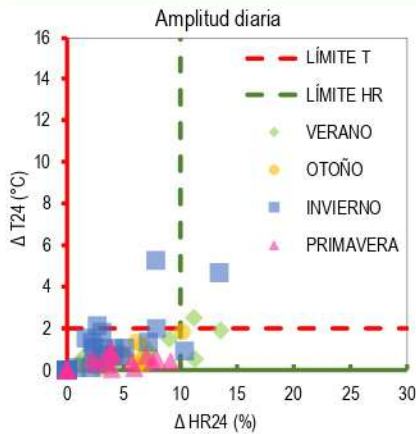
09_2_REVI



MONITORIZACIÓN



CÁLCULOS Y EVALUACIÓN



VARIABLE	VALOR
1.-UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADEZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	PERSONAS
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	84%	REGULAR
OTOÑO	13%	91%	REGULAR
INVIERNO	94%	81%	88%
PRIMAVERA	80%	100%	90%
ANUAL	51%	88%	69%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

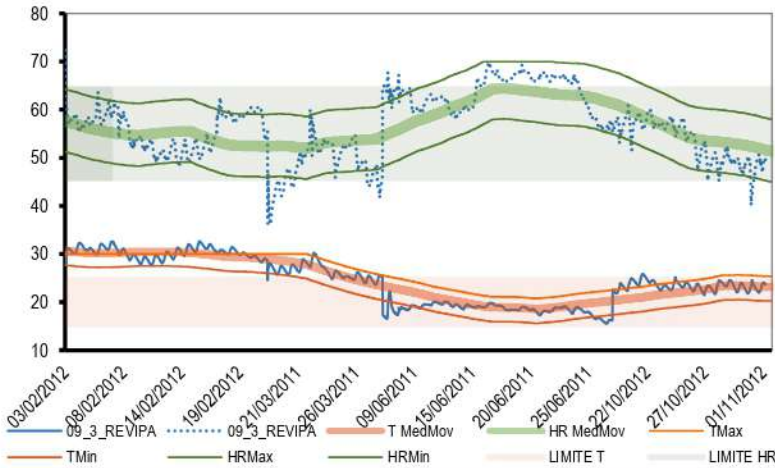
BIB. DPTO. DE FÍSICA

09_3_REVIPA

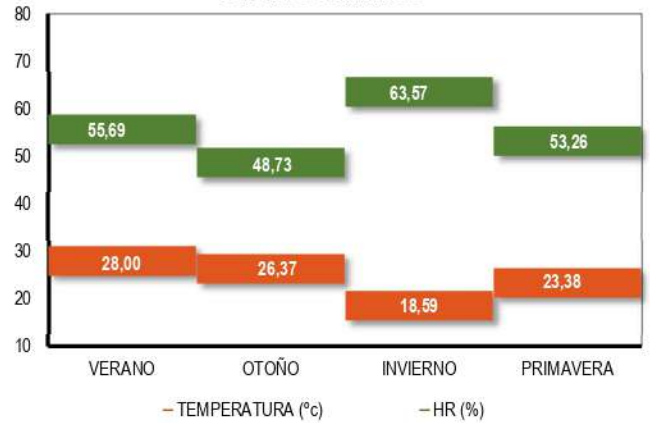


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

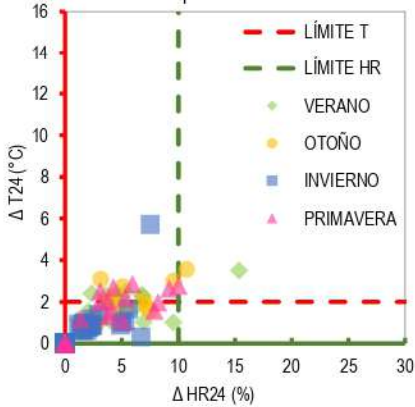


OBJETIVO CLIMÁTICO

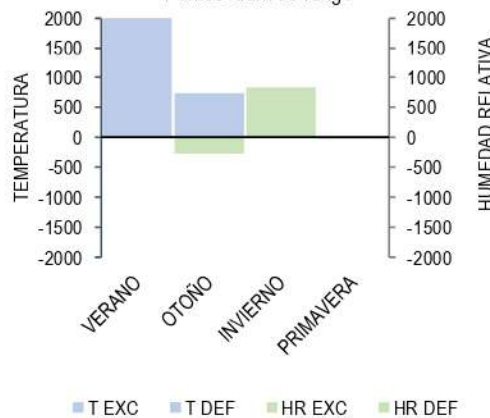


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

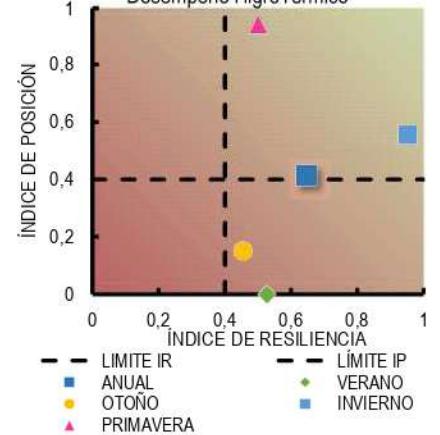
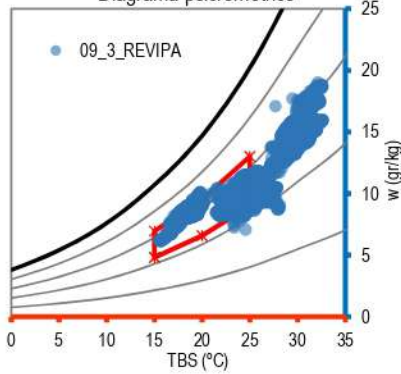


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,78
5.- PESADECZ Kg/m2	513,26
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,62
8.- TRANSPARENCIA	0,042
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,53
10.- CONTENIDO	DOCUMENTOS
11.- EQUIPAMIENTO	NO

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	0%	53%	REGULAR
OTOÑO	15%	45%	REGULAR
INVIERNO	55%	95%	75%
PRIMAVERA	94%	50%	72%
ANUAL	41%	65%	53%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 10

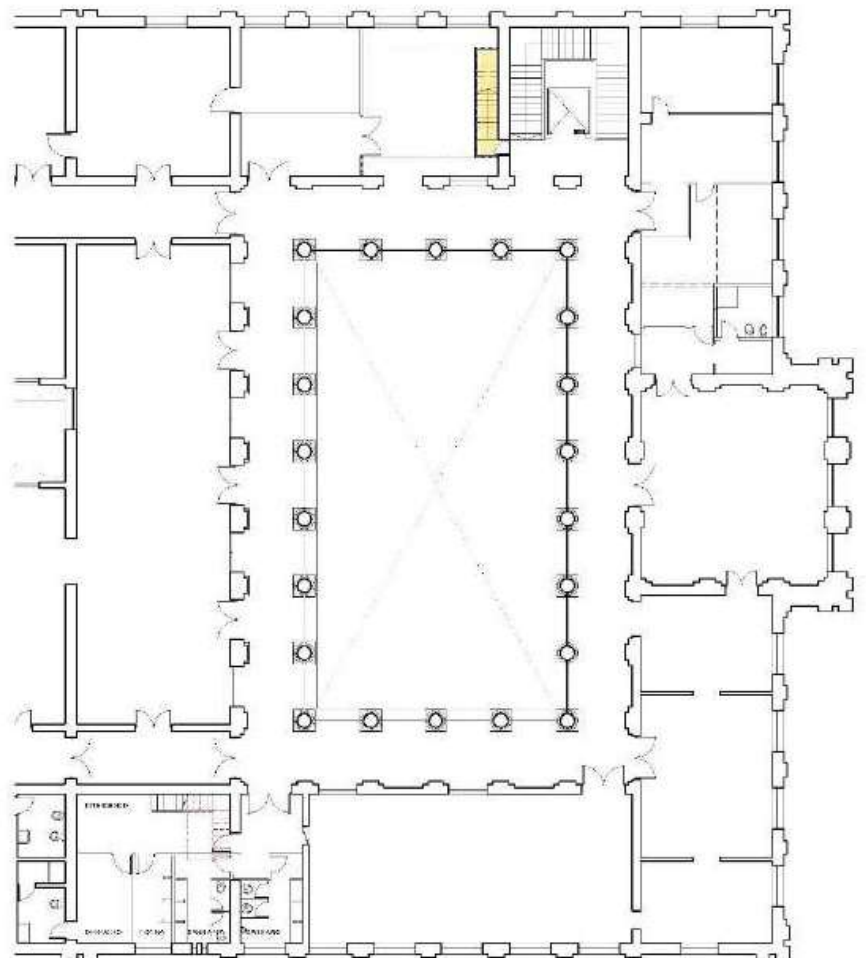
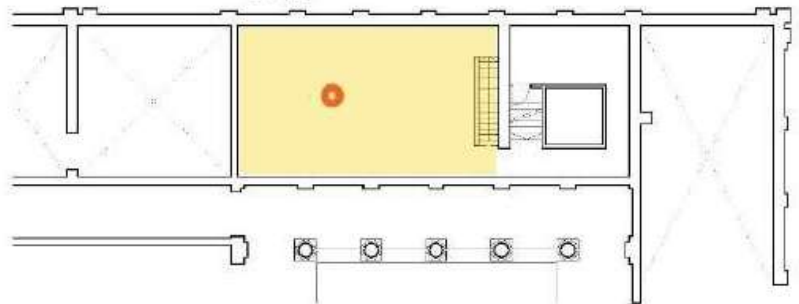
Archivo Histórico de Presidencia

Rectorado de la UNLP



Entrepiso sobre planta alta.

10_1_RECTORADO



Planta alta.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS MEDIO AMBIENTALES

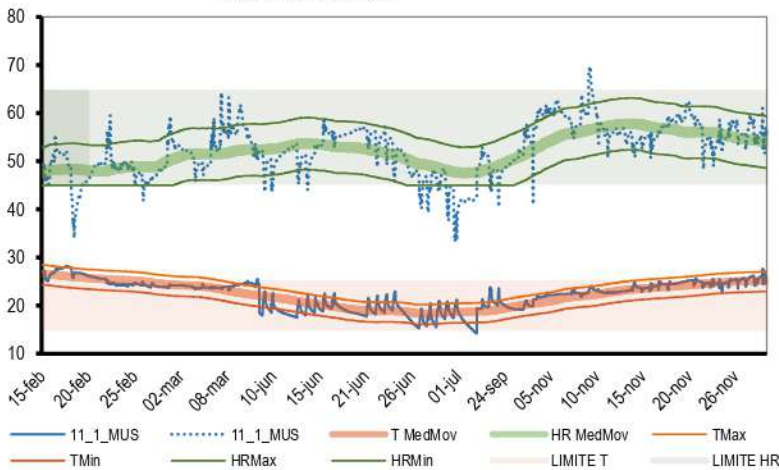
ARCH.HIST. MLP

11_1_MUS

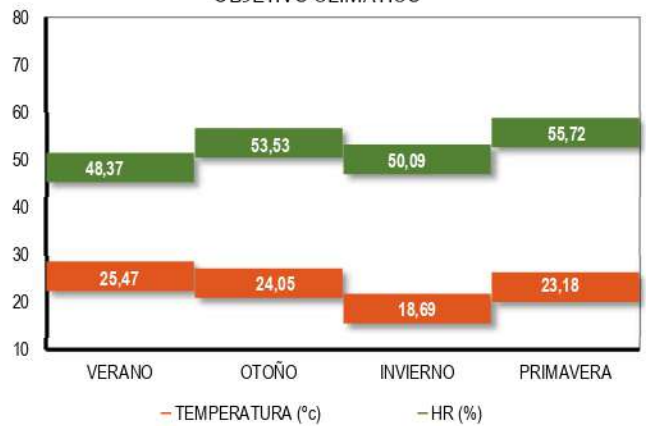


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

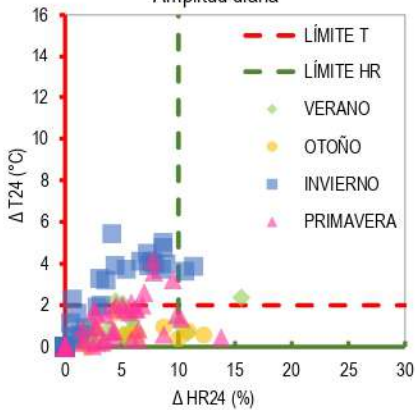


OBJETIVO CLIMÁTICO

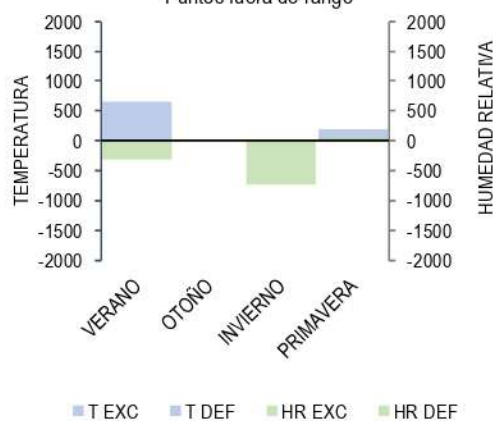


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño Higr Térmico

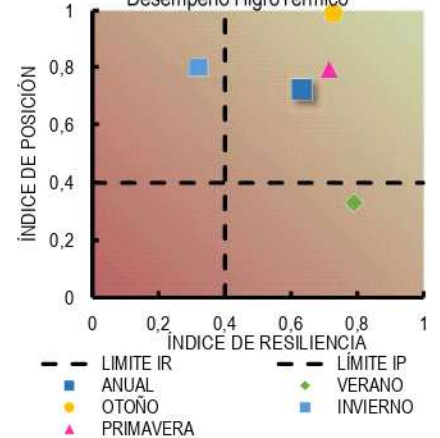
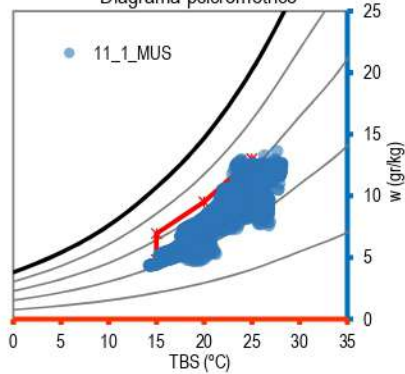


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	BOSQUE
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,9
5.- PESADECZ Kg/m2	564,66
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,82
8.- TRANSPARENCIA	0
9.- VALOR "K" W/m2°C	1,23
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	33%	79%	REGULAR
OTOÑO	99%	73%	86%
INVIERNO	80%	32%	REGULAR
PRIMAVERA	79%	71%	75%
ANUAL	72%	63%	68%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

PLANILLA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

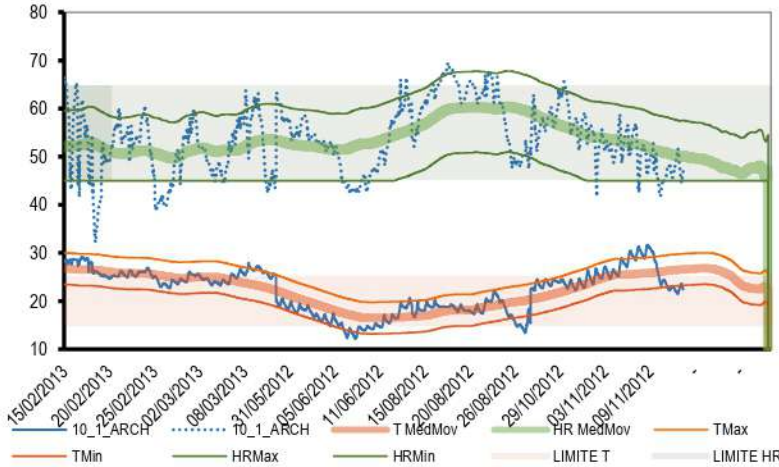
PRESIDENCIA UNLP

10_1_ARCH

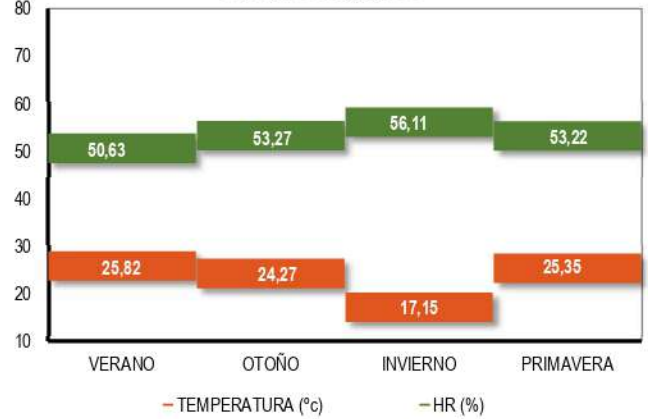


MONITORIZACIÓN

MONITORIZACIÓN

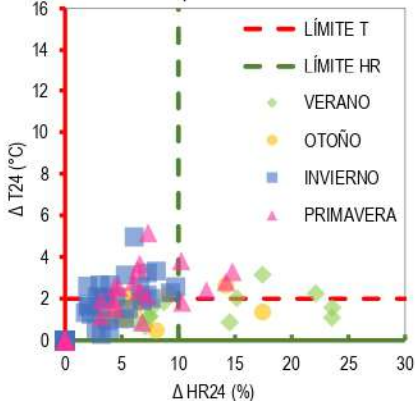


OBJETIVO CLIMÁTICO

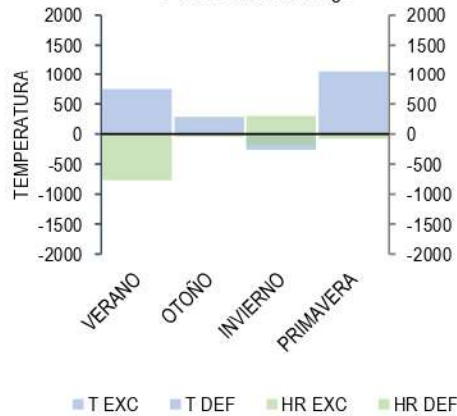


CÁLCULOS Y EVALUACIÓN

Amplitud diaria



Puntos fuera de rango



Desempeño HigroTérmico

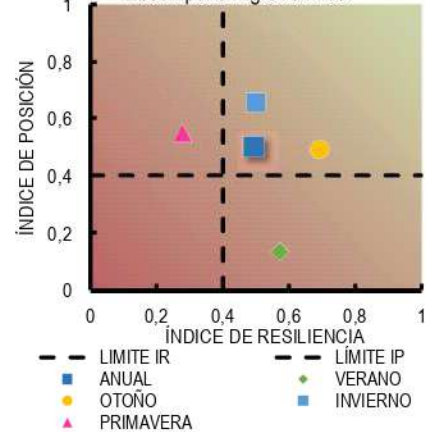
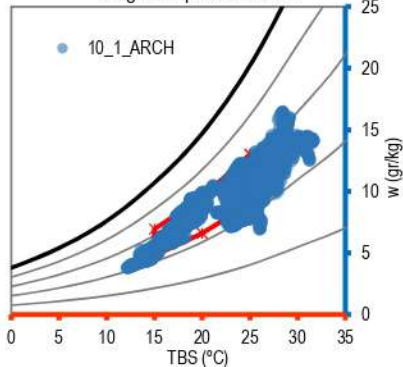


Diagrama psicrométrico



VARIABLE	VALOR
1.- UBICACIÓN	URBANA
2.- EDAD	HISTÓRICO
4.- COMPACIDAD	0,69
5.- PESADEZ Kg/m ²	454,24
6.- ASENTAMIENTO	-
7.- ADOSAMIENTO	0,44
8.- TRANSPARENCIA	0,014
9.- VALOR "K" W/m ² °C	1,65
10.- CONTENIDO	MIX
11.- EQUIPAMIENTO	SI

ESTACIÓN	I. P.*	I. R.	I. C.
VERANO	13%	57%	REGULAR
OTOÑO	49%	69%	59%
INVIERNO	65%	50%	58%
PRIMAVERA	55%	28%	REGULAR
ANUAL	50%	49%	50%

* CALCULADO PARA UN RANGO DE 15°-25°C Y 45-65%.

CASO 11

Archivo Histórico y Fotográfico

Museo de La Plata

