



Tópico 3 - N°24

SIMULACIÓN EN MUSEOS: CONDICIONES DE EXHIBICIÓN VERSUS CONSERVACIÓN

Pérez Zamora, María del Rosario (1); Ajmat, Raúl Fernando (2); Sandoval, José Domingo (3)

(1) *Arquitecta, Becaria CONICET - UNT – FACET – Instituto de Luz Ambiente y Visión*

(2) *Doctor Arquitecto, UNT – FACET – Instituto de Luz Ambiente y Visión*

(3) *Magister Ingeniero Electricista, UNT – FACET – Instituto de Luz Ambiente y Visión*
mariahperezamora@hotmail.com

RESUMEN

Los museos tienen en común a la intención de "contar una historia", esta intención va más allá del valor y del tamaño de las piezas exhibidas, su ubicación geográfica o la cantidad de personas que los visitan.

Desde este punto de vista, la luz cumple un doble papel de gran importancia: revelar el objeto mismo (función fisiológica) y "generar ambiente" (función significativa), en donde se produce la exhibición y, por lo tanto, forma parte de la misma de forma implícita.

Sin embargo, la iluminación, junto con otros factores ambientales (como temperatura y humedad), puede modificar las propiedades de los objetos de manera significativa a lo largo de su tiempo de exposición, lo que lleva al deterioro. Por lo tanto, un dilema a resolver es: Exhibición frente a la Preservación. Altos estándares de preservación pueden llevar a malas condiciones de exposición. Por otro lado, un ambiente estimulante para la exposición puede exponer objetos valiosos a normas de conservación más bajas.

Este artículo explora las posibilidades de la creación de herramientas de simulación combinadas para el análisis y la predicción del comportamiento de los edificios destinados a museos. La relación entre la exposición de obras de arte o piezas históricas de los museos y el papel de la iluminación y otras condiciones ambientales como generador de un ambiente son aquí estudiadas. Se tuvo especial cuidado en la simulación de la cantidad de radiación que llega a los objetos expuestos. Los resultados preliminares muestran un acuerdo razonable entre los datos simulados y reales medidos "in situ". Se espera que sus resultados sean útiles para la toma de decisiones, ya sea en el proceso de diseño o en reformas para mejorar la calidad de los espacios expositivos preservar obras de arte o artefactos históricos.

Palabras-Clave: *Museos – Conservación – Preservación – Simulación – Iluminación - Exhibición*

1. INTRODUCCION

La apropiación de la historia se realiza mediante la manipulación del significado simbólico de los objetos [1] . Los museos son espacios destinados al aprendizaje y al descubrimiento del pasado, presente y futuro de la creatividad y de la historia [2] . Esto es particularmente notable en el caso de las Casas-Museo que son percibidas, casi sin cuestionamientos como la "cosa verdadera". [3]

La organización como museo de una casa-museo tiene generalmente una intencionalidad que se manifiesta en mayor o menor medida en la forma en que se evoca o representa el pasado, cuya modalidad de presentación no es nunca una operación neutra. Tanto la subjetividad del autor como el contexto social del tiempo en que la presentación tiene lugar se hacen presentes continuamente. [3]



Es aquí donde el problema comienza a gestarse, valiéndose de la excusa de la representación para la exhibición, las condiciones de conservación son en menor medida tenidas en cuenta. Surge la incógnita de hasta qué punto es posible la exhibición del edificio y de los objetos en él sin causarles perjuicios irreversibles en muchos casos. Son muchos los recaudos que pueden tomarse en este campo, sin embargo, es necesario demostrar la efectividad de los mismos tanto a corto como a largo plazo, el daño en los objetos en exhibición es de carácter acumulativo y debe ser estudiado como tal. Los principales agentes de deterioro son las condiciones de humedad, temperatura, contaminación e iluminación. Este estudio está abocado exclusivamente a la iluminación como factor de deterioro en los edificios destinados a museos.

La iluminación en museos tiene un rol muy importante, en el sentido de que atiende tanto la tarea visual como la emotividad de la muestra, es decir que a través de la iluminación el expositor puede transmitir su intención orientando al observador. Por lo general los ambientes tienen dos tipos de luz, natural y artificial. La luz natural, en particular en el caso de las Casas-Museo, es un tipo que siempre va a estar presente, ya que acompaña al edificio desde su creación, agregándole su cuota de dramatismo y necesita de ella para su correcta apreciación. A su vez es la que requiere la mayor dedicación en su estudio y control, ya que resulta ser la más dañina para los bienes que se encuentran en exposición. En cuanto a la iluminación artificial existen varios tipos de fuentes de luz que se utilizan en interiores para una correcta visibilidad, desempeño de las tareas, el acento en las obras y la decoración. Se pueden controlar y regular con mayor facilidad que la luz natural, debido a que existen numerosos tipos de lámparas y luminarias que resultan muy adecuadas al ser empleadas en museo, sumada a la posibilidad de medir el tiempo de exposición a las mismas. La radiación a la que están expuestas las colecciones de un museo se compone de tres partes: ultravioleta (UV) en un extremo del espectro, la luz visible en el medio y la radiación infrarroja en el otro extremo. Un error común es creer que eliminando la radiación UV queda resuelto el problema de deterioro. Pero toda radiación que cae dentro del espectro electromagnético es energía. Y es la energía la que impulsa al producto químico a producir reacciones que resultan dañinos para los objetos ocasionando su decoloración. La radiación ultravioleta de alta energía cae fuera del rango de la visión humana y por lo tanto no es necesaria para la visión en una exposición de un museo. En el otro extremo del espectro se encuentra la radiación infrarroja, la cual produce daños por efectos del calor que emite. [4]

Son muchos los estudios realizados en el intento de controlar la envolvente como un filtro ambiental para evitar el daño por luz, en ellos se intenta protegerlos de la exposición a la luz artificial y natural [5], así como también aquellos en los que se anuncian recomendaciones para proteger a los objetos en exhibición en museos del daño higrotérmico, mediante el uso de la simulación como herramienta de predicción [6].

La importancia del estudio radica en la capacidad de predecir estas condiciones que poseen los sistemas de simulación, entendidos como softwares que permiten reproducir tanto las condiciones arquitectónicas del edificio como el tipo de cielo y la trayectoria solar. De este modo realizar una estimación de la cantidad de radiación incidente en las obras exhibidas en modo acumulativo y en el caso de resultar excesiva, analizar alternativas que brinden una posible solución al inconveniente de daño por luz.

1.2 Recomendaciones de Exhibición

Si bien existen numerosos entes internacionales que poseen clasificaciones y recomendaciones de exposición para la preservación. Para los diferentes materiales, que componen los objetos, según su nivel de sensibilidad a la luz en este estudio se utiliza como referencia las recomendaciones de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) n°157, 2004.



Tabla 1 - Clasificación de los materiales que se exponen de acuerdo a su sensibilidad a la radiación luminosa. [7]

Categoría	Descripción
Insensible	Objetos compuestos enteramente de materiales inorgánicos permanentes. La mayoría de los metales, piedra, la mayoría de los vidrios, cerámicas, minerales, esmaltes.
Baja Sensibilidad	Oleos y temperas, frescos, cuero y madera sin teñir, lacas, algunos plásticos, hueso, marfil.
Media Sensibilidad	Pasteles, acuarelas, tapices, dibujos o impresos, manuscritos, pinturas sobre destemple, empapelados, cueros teñido y la mayoría de objetos históricos naturales que incluyen especímenes botánicos, piel, plumas.
Alta Sensibilidad	Sedas, colorantes con alto riesgo de decoloración como las anilinas, manuscrito con tintas antes del siglo XX.

Tabla 2 - Recomendación CIE sobre niveles de iluminación y exposición anual máximos. [7]

Categoría	Iluminancia máxima [lux]	Exposición máxima [lux-hora/año]
Insensible:	sin límite	sin límite
Baja sensibilidad:	200	600000
Sensibilidad media:	50	150000
Alta sensibilidad:	50	15000

1.3 Hipótesis

La hipótesis que se plantea son las posibilidades de predecir con precisión el comportamiento del edificio (museo) que poseen los sistemas de simulación, para la conservación y preservación de los objetos en exhibición. Esto se debe a las posibilidades que brindan los software de reproducir las características de la sala donde se encuentra el objeto, es decir, sus condiciones físicas de exhibición, su proximidad a ventanas y el tamaño de las mismas, las condiciones de cielo que devienen de los datos climáticos locales; a su vez también es posible simular las condiciones de iluminación artificial con las que se encuentre en el momento. De este modo convertir al objeto en un plano de medición del cual serán extraídos los valores de iluminancia lo cual permitirá que según su clasificación de sensibilidad en: nula, baja, media o alta, determinar si las condiciones en las que se encuentra en este momento son adecuadas o no.

1.4 La Simulación como recurso

Los software destinados a simulación no son más que complejas redes de cálculo. El usuario debe introducirles la información necesaria (modelado del edificio, archivo de cielo, trayectoria solar, etc) para que el programa pueda operar. Los resultados serán devueltos en múltiples formatos, estos pueden ser imágenes de luminancias, iluminancias, falso-color, isocontornos, valores numéricos provenientes de grillas de cálculo establecidas por el usuario, secuencias de imágenes con la trayectoria solar, entre otras. Entonces es posible analizar en forma aislada los factores que serán tenidos en cuenta para realizar este estudio:

- Fuentes de iluminación: natural, directa, difusa y reflejada
- Tipo de reflectancia de la superficie.

Para una descripción completa de la iluminación, deberían ser consideradas y simuladas tres fuentes de iluminación natural y artificial:



- Iluminación directa por parte del Sol de magnitud variable en función de la época del año y latitud del lugar.
- Iluminación difusa, dependiente principalmente del ángulo de incidencia solar, la altitud y la dispersión y absorción atmosféricas.
- Iluminación indirecta reflejada por la envolvente circundante, dependiente del diseño de la habitación, las características de las superficies y las luminarias introducidas.

Existen numerosos estudios y pruebas de laboratorio que contribuyen a la búsqueda del software de simulación que más se adecúe a los requerimientos del estudio. Los mismos siempre se basan en comparaciones realizadas entre modelos computacionales y modelos físicos realizados en laboratorios o edificios existentes. Otra variable a ser tomada en cuenta es la del porcentaje de exposición anual, la cual, para poder ser simulada, requiere de la utilización de la métrica dinámica que permite estimar el tiempo de exposición a lo largo de un año en función de la cantidad de horas de exposición por día que tendrá el objeto en cuestión.

Un factor determinante se encuentra al momento de determinar el tipo de exposición en cuestión, la misma puede ser permanente o transitoria. El efecto de degradación o deterioro de la obra es igual al producto del nivel de iluminación sobre la obra por el tiempo de exposición al que está sometida.

En el caso de la iluminación artificial determinar la cantidad de exposición anual es más simple ya que podría provenir del cálculo estimativo de los horarios de apertura y cierre de la sala, de la existencia de temporizadores y del calendario del museo; pero si hablamos de iluminación natural, las variables quedan limitadas, ya que éstas dependen de los datos meteorológicos de la región donde el museo se encuentra emplazado. Estos datos van a determinar el comportamiento solar, las condiciones de cielo, la cantidad de radiación solar emitida a lo largo del año.

Parte de la certidumbre del estudio está directamente relacionada con la fidelidad de la base de datos que se disponen de la fuente de luz global-directa [8]. Son numerosos los estudios que demuestran la importancia de la utilización del archivo de clima para la localidad que se está estudiando en forma particular, estos además de aportar datos térmico-energéticos para la región en estudio, permiten realizar una caracterización del tipo de cielo. La variación natural del tipo de cielo a través del paso del tiempo es lo que va determinando los diferentes valores de iluminancias en los períodos en estudio. La importancia contemplar estas diferencias radica, no sólo en la predicción de valores mínimos y máximos; sino también, y fundamentalmente, en la elección y diseño de estrategias de control solar, para evitar situaciones de falta de confort térmico y visual que conllevan al bloqueo de los aventanamientos generándose espacios sombríos que requieren de energía eléctrica para la iluminación diurna, tornándose espacios energéticamente no sustentables [10].

En iluminación natural, es posible evaluar una métrica dinámica ya sea a través de una simulación o con mediciones en un modelo reducido. El principio es idéntico en ambos casos: a partir de datos meteorológicos, se modela el cielo para cada hora del año y la métrica requerida puede ser entonces calculada o medida en una maqueta [9].

Si se desea realizar un análisis temporal, es decir, estudiar la evolución de una cierta métrica durante el año, más sencillo es la representación gráfica. Una forma muy visual de hacerlo es la representación en un plano temporal, como lo propone John Mardaljevic (2004).[11]

1.5 Selección del Software

Varios fueron los software puestos en tela de juicio en una primera instancia para poder realizar el estudio. En primer lugar DESKTOP RADIANCE el cual es una versión de RADIANCE desarrollada para operar en Windows, la misma funciona como un plug-in del programa de diseño asistido por computadora AutoCad2000 facilitando al usuario las tareas de modelado y visualización. DESKTOP RADIANCE se basa en el popular Radiance Synthetic Imaging System para proveer al usuario de la visualización de imágenes (renders) y resultados analíticos. El modelado 3D puede ser adecuadamente detallado con la amplia librería de materiales, vidrios, luminarias y



amoblamientos. Permite realizar los cálculos mediante imágenes, grillas y puntos; de los cuales es posible extraer valores de Luminancia, Iluminancia y el Factor de Luz Diurna (Daylight Factor). Se trata de un software cerrado, es decir, que solo permite ejecutar las funciones para las cuales fue diseñado, la introducción de nuevas operaciones no es una actividad permitida en éste tipo de software.[12]

ECOTECT, es un software de Autodesk, que nació como una alternativa para el análisis del diseño sustentable. Permite estimar el impacto ambiental de los edificios. Dentro de sus múltiples aplicaciones permite calcular la radiación solar incidente en cualquier período del año, el factor de luz diurna y los niveles de iluminancia en cualquier punto en el modelo o a través de una grilla de análisis.

RADIANCE es un conjunto de programas para la visualización y análisis en el diseño de iluminación. Diseñado por Greg Ward (1998) para un entorno UNIX Permite realizar cálculos de iluminación natural y artificial evaluando radiancia espectral (luminancia + color), irradiancia (iluminancia + color) y los índices de brillo. Los resultados se pueden obtener mediante imágenes a color, valores numéricos y gráficos de isocontorno. La principal ventaja de RADIANCE sobre el resto de los softwares de simulación de iluminación es, que no presenta limitaciones en la geometría y los materiales simulados.

John Mardaljevic (1999) en su tesis doctoral concluyó que RADIANCE estaba habilitado para predecir iluminancias interiores con un altísimo grado de precisión para un amplio rango de actuales condiciones de cielo. Mardaljevic (2000) implementa el concepto de Coeficiente de Luz Diurna en el entorno de las simulaciones con RADIANCE y concluye que en un futuro las investigaciones deben concentrarse en interpretar y aplicar los perfiles de iluminación diurna de manera efectiva.

Muchos son los factores por los cuales RADIANCE se transforma en el programa más adecuado en este trabajo:

- Está capacitado para realizar los cálculos de iluminancia interior y exterior, con un gran nivel de precisión para casi todos los tipos de cielo.
- Está muy bien preparado con unas únicas habilidades en la simulación de la iluminación artificial, tales como la capacidad de modelar múltiples reflectores especulares.
- Es capaz de simular un entorno de iluminación compleja de una geometría complicada.

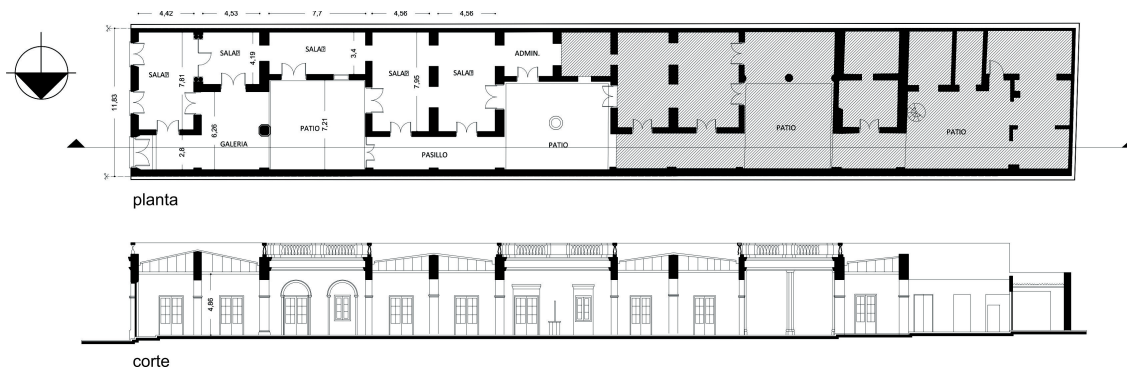
1.6 Caso de Estudio

Tomando como punto de partida el relevamiento lumínico y métrico realizado en la Casa Padilla ubicada en San Miguel de Tucumán, perteneciente a la tipología de museo denominada Casa-Museo. Fue construida en el año 1750, se trata de una casa señorial; la distribución interna responde a la típica casa «chorizo» y su distinguida fachada es un gran exponente de la vertiente italianizante (Figura 1). En el año 1973 la adquiere el Gobierno Provincial e inicia su restauración, abriendo sus puertas como Museo en el año 1976. Declarada Monumento Histórico Nacional, en el año 2001.

Según lo estudiado sus condiciones de exhibición son consideradas como desfavorables para los objetos allí exhibidos, entre ellos algunos expuestos a la radiación solar directa, otros con valores de iluminancia superiores a los admisibles para evitar el deterioro por radiación. La exposición está compuesta por piezas de madera pintada, muebles tapizados con géneros bordados, óleos sobre telas, aguafuertes, telas de algodón teñidas y bordadas con hilo de seda, entre otros elementos en exhibición. Las terminaciones de los recintos de exposición interior están conformadas en las paredes, piso y cielorrasos por un acabado tipo mate de características difusas con una reflectancia que oscila entre un 35% y 42%. Las carpinterías están acompañadas por vidrio simple de una transmitancia aproximada del 85% y una reflectancia que ronda el 5%.



Figura 1 – Frente Este de la Casa Padilla



Figura

Figura 2 – Planta y Corte de la Casa Padilla

El edificio posee una orientación Este Oeste, los edificios linderos son: la Casa de Gobierno al Norte, un edificio de vivienda en altura al Sur, la plaza Plaza Independencia (Plaza Fundacional) al Este y un Colegio Religioso de tres niveles al Oeste. Las salas en estudio corresponden de la 1 a la 5 ya que son las que comprenden la exhibición fija. Se encuentran dispuestas en forma consecutiva y cada una posee aberturas hacia la galería y el patio interno (Figura 2).

2. DESARROLLOS EMPLEADOS

Se muestran en este trabajo los resultados referidos a la SALA 1, que es la que posee la mayor complejidad desde el punto de vista de la iluminación natural. Posee aventanamientos en el %60 de su perímetro, la problemática compromete a aquellos que se encuentran desprotegidos radiación solar directa, correspondiente a los situados en la orientación este. Al no presentar un entorno construido inmediato por encontrarse en frente de la plaza principal de la ciudad, los horarios críticos de exposición a la radiación solar directa se corresponden con los matutinos. El modelado de la habitación fue realizado en Sketchup 8 y RADIANCE . El plano de medición adoptado corresponde al muro sur de la SALA 1, lugar actualmente destinado a la exposición de un biombo Coromandel clasificado como de una sensibilidad media. (Figura 3)

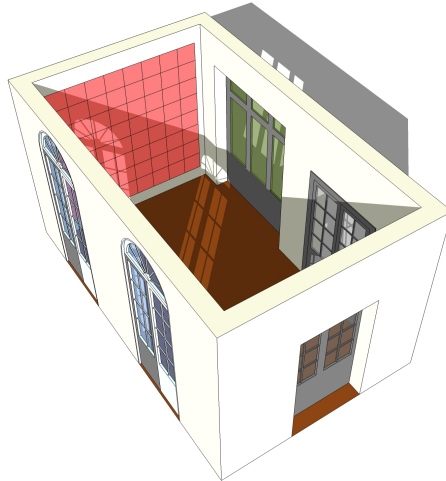


Figura 3 – Sala 1: Ubicación del Plano de Medición (color rojo).

Lo que se pretende evaluar en el plano de medición es la radiación incidente en el mismo (watt/m^2) a lo largo del día para los 365 días del año, de este modo estimar su acumulación y cómo esta influye en el daño por luz. Los parámetros a modificar son, la latitud -26.8167 , la longitud -65.2167 , las condiciones de cielo para San Miguel de Tucumán, la transmitancia de los vidrios presentes en la ventana, la reflectancia de las superficies que conforman la habitación y la presencia de una protección exterior (toldo) en las ventanas situadas en el este.



Figura 4 – Sala 1 imágenes tomadas 10:25 a.m. Julio 2012

Lo que se espera de ésta metodología es que nos brinde la capacidad de predecir el comportamiento del edificio en función de la envolvente, de este modo, al introducir variaciones en ella los resultados se verían afectados. Las variaciones estudiadas en este trabajo son tres y están relacionadas a las aberturas situadas al este.

La primera, es la situación actual, las ventanas poseen un vidrio común con una transmitancia del 82%, la segunda corresponde en la utilización de un vidrio gris cuya transmitancia se ve reducida a un 39% y por último la incorporación a la puerta-ventana con vidrio común de un toldo como protección exterior. Estas situaciones fueron escogidas ya que se consideran como las menos invasivas para el edificio, así como también las más rápidas y menos costosas para su ejecución. Las características de los vidrios presentes en la simulación fueron generadas a partir de los siguientes parámetros: tipo de vidrio, factor de mantenimiento, función edilicia y posición.



3. RESULTADOS

De lo estudiado es posible extraer los valores de radiación sobre el plano de cálculo en cada punto concebido como una fotocélula virtual. De este modo, se puede tomar conocimiento de la situación actual en la cual se observan valores máximos de radiación que rondan los 45000 Watt/m² acumulados anuales sobre un punto en el plano de medición. Al reemplazar los vidrios de las ventanas por un vidrio de similar espesor pero en color gris, con un 39% de transmitancia, se observa una gran disminución de la cantidad de energía acumulada sobre el plano rondando el 50%. En el caso del toldo, la interpretación se realiza a partir de un promedio total resultante de la relación entre el área cubierta de la ventana y el área descubierta; permitiendo obtener una reducción de los valores de radiación acumulada anual aproximadamente en un 30%.

Extrayendo las recomendaciones de la Tabla 2 sobre el plano de medición, se puede determinar diferentes áreas con diferentes posibilidades de exhibición, es decir, que las áreas que no reúnan los valores de lux-hora/año admisibles para determinados objetos, se convertirían en áreas restringidas para los mismos.

Lo que la metodología permitió determinar es, la posibilidad de ampliar el margen exhibición alterando elementos de la envolvente, en este caso los vidrios, trasladando las posibilidades de solo objetos insensibles a objetos de baja sensibilidad que admiten una exposición a 600000 lux/año.





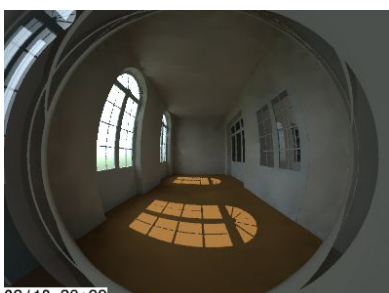

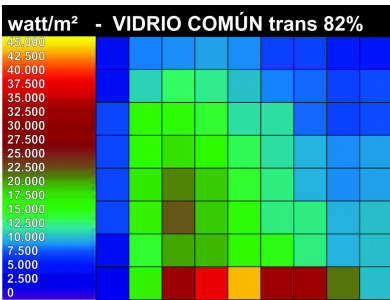
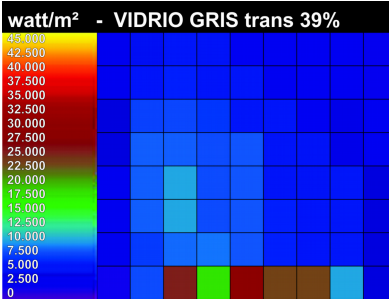
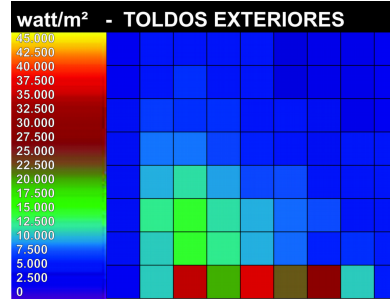
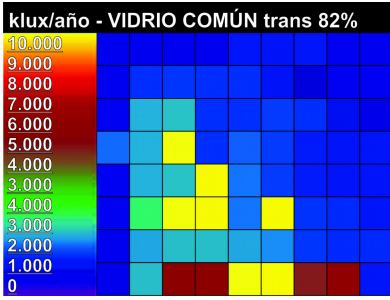
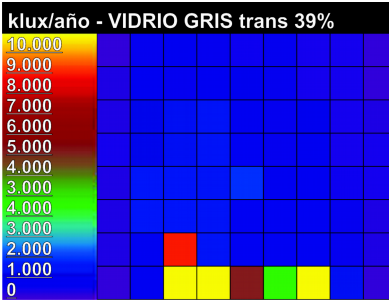
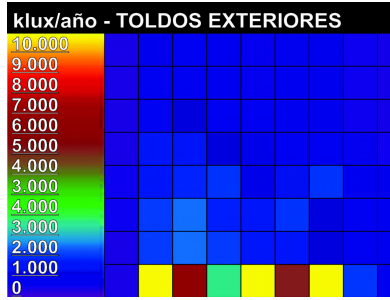
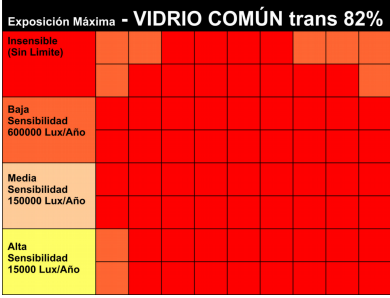
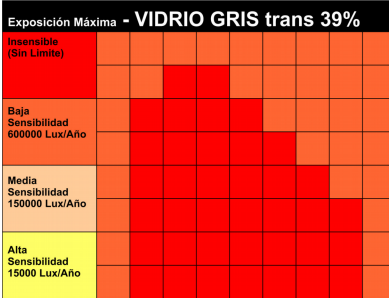

En la Tabla 3 se expresan los resultados comparados simultáneamente para las tres variaciones, dejando en claro la eficiencia tanto del uso de toldos como de reemplazar los vidrios comunes actuales por uno de transmitancia reducida.

Tabla 3 – Comparación de las tres variaciones en función de apariencia, valores de radiación, iluminancia y exposición máxima.

	VIDRIO COMÚN	VIDRIO GRIS	CON TOLDOS EXTERIORES
Tipo			



Continuación Tabla 3 – Comparación de las tres variaciones en función de apariencia, valores de radiación, iluminancia y exposición máxima.

	VIDRIO COMÚN	VIDRIO GRIS	CON TOLDOS EXTERIORES
Apariencia mes de Julio			
Apariencia mes de Diciembre			
Watt/m²	watt/m² - VIDRIO COMÚN trans 82% 	watt/m² - VIDRIO GRIS trans 39% 	watt/m² - TOLDOS EXTERIORES 
Klux/año	klux/año - VIDRIO COMÚN trans 82% 	klux/año - VIDRIO GRIS trans 39% 	klux/año - TOLDOS EXTERIORES 
Exposición Máxima	Exposición Máxima - VIDRIO COMÚN trans 82% 	Exposición Máxima - VIDRIO GRIS trans 39% 	Exposición Máxima - TOLDOS EXTERIORES 



4. CONCLUSION

La simulación demostró ser una gran herramienta para la predicción de las situaciones de exhibición, lo cual daría lugar a poder reproducir el edificio y sus variaciones casi con exactitud sin la necesidad de realizar intervenciones en el mismo. Ventajas de la metodología implementada residen en la optimización en el uso del tiempo y recursos invertidos de manera empírica sin la garantía de un resultado certero.

De los resultados obtenidos para el plano de medición es posible evaluar que, la condición actual del edificio no presenta condiciones adecuadas para la exhibición de objetos de alta como los de media y baja sensibilidad. Esto se debe a que la ubicación del plano en estudio corresponde con la situación más desfavorable dentro de la casa. Al reemplazar los vidrios por los de transmitancia reducida es notoria la mejora en los valores obtenidos, aproximándose los mismos, a los considerados admisibles por la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) para la exhibición de objetos de baja sensibilidad. La incorporación de las protecciones exteriores contribuye con la reducción de los valores pero en menor medida ya que reducen el área expuesta de la ventana.

Este mismo estudio realizado en la totalidad de las salas permitirá elaborar un esquema de exhibición que esté en función del comportamiento de la envolvente informando al expositor cómo organizar el espacio teniendo en cuenta la sensibilidad propia de cada objeto y el espacio disponible para él.

Con esta metodología fue posible reproducir adecuadamente la situación actual del edificio y dejar en claro que al realizar modificaciones, como los vidrios de los aventanamientos, que tienden a reducir el ingreso de radiación hacia el interior de los recintos, se está contribuyendo al mejoramiento de la calidad ambiental de la sala; obteniendo consecuentemente una disminución del daño por efecto de la iluminación natural. Otra ventaja es que permite la previsualización del impacto que tendrían las intervenciones en la sensación que experimentaría el usuario del edificio, potenciando el aspecto simbólico que posee la casa-museo como objeto de exhibición en sí mismo.

Quedan aún muchas otras alternativas que deben ser exploradas, las cuales se estudiarán en trabajos posteriores, como ser la utilización de protecciones interiores y el uso de la vegetación como filtro natural.

5. REFERENCIAS

- [1] Pinna, G. (2000) "Historia y Objetivos del Comité Internacional del ICOM, DEMHIST (Casas Históricas-Museo)". *Simposio Nacional Repensando los Museos Históricos*, Museo Casa del Virrey Liniers, Alta Gracia, Córdoba, Argentina.
- [2] Hunt, E. (2009), "Study of museum lighting and design", Tesis Doctoral, San Marcos, Texas, USA, Mayo, 2009.
- [3] Risnicoff De Gorgas, M. "Casas Museo de lo Privado a lo Público", Alta Gracia, Córdoba, Argentina.
- [4] Ajmat R. , Sandoval J.; Arana Sema F.; O'Donnell B.; Gor S.; Alonso H.; (2011) "Lighting Design in Museums: exhibition vs preservation". 1st International Conference on Light in Engineering, Architecture and the Environment. Wessex Institute of Technology. Paper DOI 10.2495/STR110171. Poznan, Polonia.
- [5] Lindblom Patkus B., (2007), "Protection from light Damage". *Northeast Document Conservation Center* , 2007.



-
- [6] Christensen E. and Janssen H. (2011), "Passive hygrothermal control of a museum storage building". *Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association*, Sydney, 14-16 Noviembre, 2011.
- [7] CIE Publication (2004) , "Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation", n°157 [8] Perez R., Seals R. y Michalsky J. (1993). "All-Weather Model for Sky Luminance Distribution - Preliminary Configuration and Validation". *Solar Energy* n°50(3), 235-245.
- [9] Pattini A., E. Betman, (1998). "Estudios Preliminares para evaluar la iluminación natural exterior en Mendoza. Mediciones y modelizaciones" *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 2, N° 1, 03.67-03.70.3 - ISSN 0329-5184.
- [10] Andersen M., Kleindienst S., Yi L., Lee J., Bodart M., Cutler., (2008) "An intuitive daylighting performance analysis and optimization approach", *Building Research & Information* Vol 36 N°6 (Nov 2008)
- [11] Mardaljevic, J. (2004). Spatial-temporal dynamics of solar shading for a parametrically defined roof system. *Energy and Buildings* , 36 (8), 815-823.
- [12] Lawrence Berkeley National Laboratory, Environmental Energy Technologies Division "Desktop Radiance 2.0 Beta, User Manual"
- [13] RadSite "Photo-realistic vs. Physically-based Rendering" (en línea) http://radsite.lbl.gov/radiance/refer/Notes/rendering_note.html