

Termografía infrarroja aplicada al Cabildo de Salta. Un primer paso hacia la rehabilitación energética de edificios históricos

Infrared Thermography of the Historic City Hall (Cabildo) of Salta. A first step towards energy retrofit of historical buildings

Flores Larsen, Silvana

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta – CONICET

Avenida Bolivia 5150, (4400) Salta, Argentina

Email: seflores@unsa.edu.ar

Herr, Carola

Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas “Mario J. Buschiazzo” (IAA) – Facultad de Arquitectura, Arte y Urbanismo - Universidad de Buenos Aires

Calle Intendente Güiraldes 2160, Pabellón III – Piso 4°, Ciudad Universitaria, (C1428EGA) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Email: carolaiherr@yahoo.com.ar

González, Silvana Mariana

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta – CONICET

Avenida Bolivia 5150, (4400) Salta, Argentina

Email: ing.silvana.gonzalez@gmail.com

Gea, Camila

Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Salta

Becaria Doctoral de CONICET en el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO, UNSa – CONICET)

Avenida Bolivia 5150, (4400) Salta, Argentina

Email: camigeasalim@gmail.com

Código del manuscrito: 10_009

Fecha de aceptación: 04/10/2019

Resumen

La conservación y la rehabilitación energética del patrimonio arquitectónico son dos aspectos complementarios de la puesta en valor de edificios históricos. Para ello, son necesarias simulaciones térmicas que permitan comprender el comportamiento térmico del edificio y los efectos de las posibles estrategias de renovación energética. Uno de los insumos necesarios en la etapa de simulación son las propiedades térmicas y estructura de la envolvente edilicia. En edificios históricos, muchas veces esta información no está disponible porque no ha sido documentada. En estos casos, es muy valioso el aporte de la termografía infrarroja como técnica de inspección no invasiva en edificios patrimoniales para determinar su materialidad. En este marco, el objetivo del presente trabajo consistió en determinar los materiales y sistemas constructivos en el Cabildo de Salta, mediante termografía infrarroja. En éste, como en muchos otros, su condición de Monumento Histórico Nacional exige la adopción de un

método diagnóstico no destructivo. El estudio consistió en relevar y analizar las fuentes documentales existentes, seguido de mediciones termográficas in-situ y posterior análisis e integración de la información obtenida en los modelos de simulación térmica. Como resultado, se logró la identificación de diversos materiales debajo de los revoques, muchos de ellos indistinguibles a simple vista: piedra, adobe, ladrillo cerámico macizo y refuerzos estructurales de madera y de hormigón armado. Se encontraron también muros con mezcla de materiales, para los que se determinó el área de cada uno y el mejor modelo térmico de muro a incluir en la simulación térmica. Este estudio es un primer paso necesario para realizar la simulación térmica del edificio con miras a la rehabilitación energética del mismo.

Palabras claves: Rehabilitación energética, Conservación, Edificios históricos, Termografía infrarroja

Abstract

The conservation and the energy retrofit of the architectonic patrimony are two complementary aspects of the valorization of historical buildings. Furthermore, thermal simulations are necessary to understand the thermal behaviour of the building and the effects of possible energy renewal strategies. One of the necessary inputs in the simulation stage is the thermal properties and structure of the building envelope. In historic buildings, this information is often not available because it has not been documented. In these cases, the contribution of infrared thermography, as a non-invasive inspection technique in heritage buildings, is very valuable in order to determine its materiality. Within this framework, the objective of this work was to determine the construction materials and systems in the Cabildo of Salta City, by using infrared thermography. In this, as in many other buildings, its status as a National Historic Monument requires the adoption of a non-destructive diagnostic method. The study consisted of surveying and analyzing the existing documental sources, followed by in-situ thermographic measurements and subsequent analysis and integration of the obtained information. As a result, the identification of various materials was achieved under the plastering, many of them indistinguishable in a visual inspection: stone, adobe, solid ceramic brick and structural reinforcements of wood and reinforced concrete. We also found walls with a mixture of materials, for which the area covered by each material was determined and the thermal model to be used in the thermal simulation was developed. This study is a necessary first step to perform the thermal simulation of the building in view of its energy rehabilitation.

Keywords: Energy retrofit, Conservation, Historical buildings, Infrared thermography

Introducción

Salta, ubicada en el Noroeste argentino, es una de las provincias que conserva mayor cantidad de edificaciones coloniales. Durante la década del 1940, gran parte de ellas fueron declaradas Monumentos Históricos Nacionales, lo cual impidió la tendencia a demoler que prevalecía a nivel urbano e inició el camino de la restauración arquitectónica. Muchas de estas construcciones cuentan con agregados y modificaciones posteriores, de los que se tiene poco o nulo registro. La documentación fragmentada presente en los archivos provinciales, la ausencia de planos finales de obra, la carencia de memorias técnicas que especifiquen los materiales y las técnicas empleadas y la inexistencia de relevamientos actualizados y pormenorizados son ejemplo de los recurrentes vacíos presentes en las fuentes primarias. Ello repercute en la toma de decisiones que deben abordarse en los proyectos de restauración y rehabilitación energética, y por lo tanto, puede llevar a interpretaciones erróneas traducidas en intervenciones que conllevan a la pérdida de materialidad y con ellas de autenticidad, desnaturalizando su identidad histórica.



Figura 1. Cabildo Histórico de la Ciudad de Salta.

La mayoría de los edificios históricos fueron refuncionalizados. Actualmente responden diferentes usos, tanto en el sector público, donde albergan a oficinas, universidades y museos, como en el ámbito privado donde funcionan residencias particulares o conventos en uso. Este tipo de edificios presenta uno de los consumos energéticos para acondicionamiento térmico más altos del parque edilicio construido, debido especialmente a la gran masa térmica de muros de gran espesor, sistema constructivo característico de los siglos XVI a XIX. Este gasto energético podría disminuirse enormemente con una adecuada rehabilitación térmica, las cuales involucran

estrategias que pueden ser más complicadas debido a que es necesario preservar la integridad edilicia. Los avances más relevantes en este tema han sido realizados en Italia, en los que la rehabilitación energética ligada a técnicas de conservación del patrimonio se considera uno de los puntos fundamentales del desarrollo de las ciudades sustentables del futuro. En este contexto, varios autores han evaluado los beneficios producidos por los sistemas integrados innovadores (Pisello et al., 2016; Filippi M., 2015), que no afectan el aspecto estético del edificio, como las baldosas especiales con altas propiedades aislantes, materiales con una baja emisividad que reflejan hasta un 60% de radiación solar, paneles aislantes interiores, etc. En la perspectiva de un futuro sostenible, se ha evaluado la contribución obtenida con la rehabilitación “verde” aplicada a los edificios históricos (Filippi M., 2015).

Para realizar el estudio térmico y rehabilitación energética de un edificio, es necesario realizar una simulación térmica detallada del mismo. Los programas de simulación térmica como EnergyPlus (EnergyPlus, 2019) o SIMEDIF (SIMEDIF, 2019) requieren como variable de entrada las propiedades térmicas de la envolvente, tales como densidad, calor específico y conductividad térmica, además del área de transferencia. En el caso de edificios históricos, las propiedades térmicas de la envolvente son, muchas veces, desconocidas, ya sea porque no existe documentación al respecto que indique el material y método constructivo utilizado, porque no se conoce con cierta exactitud las proporciones de los distintos materiales utilizados para confeccionarlos (por ejemplo, en el adobe), o porque en un mismo muro se utilizaron dos o más materiales, ya sea en el muro original o en refacciones no documentadas. La termografía infrarroja permite, bajo ciertas condiciones, inferir el tipo de material utilizado de acuerdo a la forma y tamaño de los elementos unitarios (por ejemplo, diferenciar piedra de adobe en muros revocados, en los que no se aprecia a simple vista su composición). Así, un muro de adobe de 50 cm de espesor tiene una resistencia térmica de $0.71 \text{ m}^2\text{K/W}$, mientras que un muro de piedra de la zona del mismo espesor tiene una resistencia de entre 0.2 y $0.3 \text{ m}^2\text{K/W}$. Esto significa que el muro de piedra es entre 2 y 3.5 veces más conductor que uno de adobe, lo cual influirá en la cantidad de calor transferida por los muros. Por otra parte, la densidad del adobe es menor a la de la piedra, con lo que su masa térmica es también menor. En particular, dado que se utilizaba tanto piedra como adobe, muchas veces

en el mismo muro, es importante conocer el porcentaje de cada uno de ellos para poder asignar las propiedades térmicas a cada zona de la pared y realizar una correcta simulación térmica. Por otra parte, es posible que, con el paso de los siglos, las propiedades térmicas originales hayan variado, para lo cual es necesario una medición in-situ de las mismas mediante métodos no destructivos especiales, como el descrito en Flores Larsen *et al.* (2019).

En este contexto, el presente estudio utiliza termografía infrarroja como herramienta de inspección cualitativa capaz de identificar los sistemas constructivos empleados en las distintas fases de construcción, con el objeto de poder luego incluir estos sistemas en la simulación del comportamiento térmico y energético de este tipo de edificios históricos. Se trabajó en el Cabildo de Salta, sede actual del Museo Histórico del Norte, declarado monumento histórico nacional en el año 1936 por Ley N° 12.345 (Figura 1). Este trabajo multidisciplinario es el primer estudio de este tipo que se lleva a cabo en el país y fue realizado como parte de una investigación conjunta del Instituto de Arte Americano e Investigaciones Estéticas (Facultad de Arquitectura, Arte y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires) y el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (Universidad Nacional de Salta - CONICET).

Termografía infrarroja

En el ámbito de la edificación, la aplicación de la termografía suele asociarse a líneas de investigación relacionadas con el ahorro y la eficiencia energética, los edificios bioclimáticos y la generación eléctrica. Usualmente es empleada como técnica de monitoreo no invasiva para detectar fugas en instalaciones eléctricas, presencia de humedades, defectos en la envolvente edilicia, puentes térmicos e infiltraciones de aire (Tejedor *et al.*, 2017). El uso de la termografía como herramienta de inspección en el ámbito patrimonial cuenta con menor difusión a nivel internacional.

Su aplicación cualitativa para la identificación de sistemas constructivos y para la evaluación del estado de conservación aún no se encuentra suficientemente extendido, aunque existen antecedentes muy interesantes en España e Italia (Paoletti *et al.*, 2013; Quagliarini *et al.*, 2013; Georgescu *et al.*, 2017). En la región sudamericana, estos antecedentes son escasos y poco documentados. Por otra parte, la termografía infrarroja aplicada a edificios patrimoniales es de particular interés, pues permite inspeccionar superficies ocultas con nula invasividad siendo una herramienta de diagnóstico de valioso aporte para el campo conservación arquitectónica que permitiría ampliar el conocimiento de los estudios relativos a la materialidad (Georgescu *et al.*, 2017; Barreira *et al.*, 2015, 2016). Por ejemplo, en la ciudad de L' Aquila se realizó una extensa campaña de termografía infrarroja antes (2007-2008) y después (2009-2010) del terremoto que afectó seriamente esa área en abril de 2009 (Paoletti *et al.*, 2013; Bisegna *et al.*, 2014). El resultado del análisis mostró que algunos daños que ocurrieron después del terremoto fueron correspondientes a anomalías térmicas detectadas previamente.

En nuestro país, la utilización de la termografía infrarroja aplicada a la mejora de la eficiencia energética de construcciones no es una técnica de análisis ya instalada –inclusive en el ámbito privado– como en los países desarrollados, debido principalmente al costo del equipamiento. En el INENCO, se viene estudiando esta técnica desde hace ya 25 años: existen trabajos realizados desde los años '90 relacionados con la detección de patologías y con el uso de la termografía para determinar propiedades térmicas de materiales de construcción (Hoyos *et al.*, 1997; Flores Larsen y Hongn, 2012, 2014; Filippín y Flores Larsen, 2017).

Metodología

La primera fase de la investigación consistió en relevar y analizar las fuentes documentales existentes (en archivos públicos y bibliotecas nacionales y provinciales), complementadas con un relevamiento in-situ. Se pudieron inferir las fases constructivas del edificio y los sistemas constructivos empleados, aunque no se pudo determinar la disposición espacial precisa de dichos sistemas ya que no estaba suficientemente documentada ni se podía establecer visualmente, al tratarse de superficies revocadas en su totalidad. En el caso del Cabildo, la revisión bibliográfica (Buschiazzo, 1959; Martínez, 1982, Gómez 2010, Martínez y Giles Castillo, 2005) menciona la presencia de tres sistemas constructivos: mampostería de adobe, de piedra y de ladrillos. Con esta información se analizaron las posibles

disposiciones de los diversos sistemas constructivos que fueron conservados en la restauración de la década de 1940 y de los agregados en dicho período.

En este marco, se realizaron las visitas programadas para realizar los estudios termográficos. El trabajo de campo se llevó a cabo en marzo de 2018 y se utilizó una cámara termográfica FLUKE Ti 55, de banda espectral de $8\ \mu\text{m}$ a $14\ \mu\text{m}$, precisión $\pm 2^\circ\text{C}$ ó $\pm 2\%$, que registra simultáneamente imágenes visibles e infrarroja. Se recorrieron los sectores elegidos, visualizando los muros con la cámara y tomando imágenes termográficas de todos aquellos sectores donde se podía identificar cualitativamente el componente constructivo. En base a las observaciones termográficas, se estimó el porcentaje de cada uno de los materiales en los diferentes muros. De esta manera, se cuenta con información para luego realizar un despiece de los muros en base a los materiales y una correcta asignación de las áreas de cada material en el ingreso de datos de los softwares de simulación térmica como EnergyPlus o SIMEDIF.

Las condiciones meteorológicas del periodo de medición obtenidas de la estación meteorológica Davis Vantage Pro ubicada en el predio del INENCO (UNSa-CONICET), en la Universidad Nacional de Salta, a aproximadamente 10 km del centro de la ciudad. Las mediciones se hicieron en dos días consecutivos (14 y 15 de marzo), en horas de la tarde, para que los muros recibieran radiación solar y se calentaran lo suficiente como para permitir la detección con termografía. Durante el periodo de medición, el cielo estuvo semicubierto el primer día (sin precipitación) y mayoritariamente despejado el segundo día, con alguna nube ocasional (radiación al mediodía solar del orden de $900\text{W}/\text{m}^2$). Las temperaturas del aire exterior oscilaron entre 19°C y 28°C .

Resultados

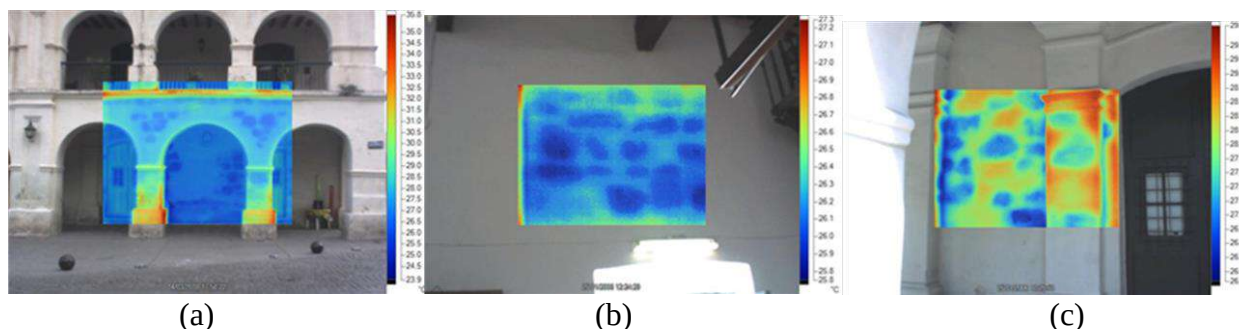


Figura 2. Termografías de las fachadas hacia la calle, en donde se aprecia la presencia de piedra en la mampostería.

Identificación de los materiales empleados

Las Figuras 2 a 4 muestran una selección de imágenes termográficas de muros exteriores en los que se aprecian los diferentes materiales empleados, principalmente piedra, adobe y ladrillo cerámico macizo, los cuales se explican a continuación.

Piedra

La piedra fue utilizada principalmente en las fachadas principales que lindan con la calle. En el Cabildo su uso se observa en la fachada de la recova en planta baja. Así mismo el predominio de la piedra se advierte en la mampostería de los pilares y la circundante a los arcos de la planta baja y planta alta (Figura 2). Su disposición lineal se conforma de bloques, en su mayoría, cuadrangulares y algo irregulares cuyas dimensiones aproximadas oscilan los $0.27 \times 0.30\ \text{m}$. Cabe destacar, que algunos arcos de la planta alta permiten observar hiladas de mampostería dispuestas regularmente con bloques de menores dimensiones que indicarían el empleo de otro material. No se registra el uso de piedra en la fachada Oeste, que se encuentra construida con un material de diferente emisividad. En el interior, el ala Sur que se abre al Patio Principal, que actualmente es el de menor dimensión, también registra parte de su paramento construido

con piedras. El espesor del muro en la fachada exterior varía entre 0.83 y 1.10 m, mientras que en el interior alcanza los 0.70 m.

Ladrillo cerámico macizo

Las imágenes termográficas de la fachada principal del Cabildo presentan bloques ubicados inmediatamente bajo la cornisa que tienen dimensiones aproximadas de 0.33/ 0.35 x 0.08 m, por lo cual se presume que podría tratarse de ladrillos macizos (Figura 3a). Por su disposición, es posible pensar que los mismos fueron utilizados en la superficie inmediatamente próxima a la cornisa y también para materializar los propios salientes de dicho elemento, ya que facilita el nivel de terminación, en cuanto a la calidad y precisión, que se obtiene con respecto al uso del adobe. Asimismo, es posible observar hiladas regulares de menor altura (0.05 m) por encima de algunos dinteles de la fachada de la recova que podrían indicar el empleo de ladrillo macizos de producción industrial (Figura 3b).

En los sectores que fueron reconstruidos plenamente y que se asumen en la literatura como muros de ladrillo macizo evidencian imágenes termográficas homogéneas sin posibilidad de constatar su materialidad. (Figura 3c)

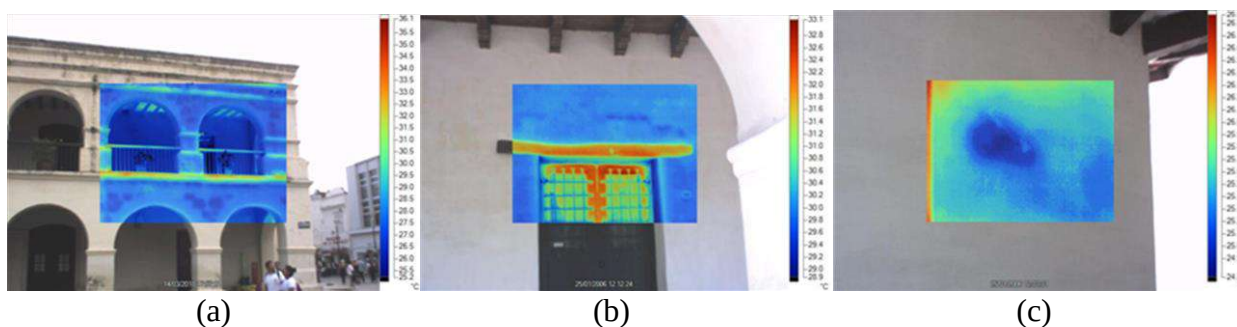


Figura 3. Termografías en las que se aprecia el uso de ladrillo macizo en lugares cercanos a la cornisa (izq.) y sobre los dinteles (centro). La termografía de la derecha no permite inferir la materialidad del elemento.

Adobe

En ala Oeste el Cabildo se registra el uso de mampuestos cuyos bloques alcanzan una altura promedio cercana a los 0.10 m por lo cual podría pensarse que se trataría de adobes dispuestos en un muro de 0.70 m de espesor (Figura 4). Asimismo, los pilares de la planta alta de la fachada principal, que se destacan por ser más anchos a los restantes, presentan hiladas de mampostería dispuestas regularmente cuyos bloques presentan dimensiones aproximadas de 0.51 / 0.55 m x 0.10 m., medidas que pueden relacionarse con piezas de adobe. Para este material, existen mediciones experimentales recientes realizadas por los autores en un muro exterior del Cabildo, aún no publicadas, que entregaron valores de resistencia térmica $0.85 \text{ m}^2\text{-K/W}$ correspondiente a un muro de adobe de 0.63m de espesor (conductividad térmica: 0.74 W/m-K).



Figura 4. Posible mampuesto de adobe.

Mezcla de adobe con ladrillo cerámico macizo

El reconocimiento de dichos mampuestos presentó mayores dificultades, en cuanto son materiales donde la diferencia en la transferencia de calor es menor y, por ende, en muchos casos no se observan diferencias significativas en una imagen termográfica. A ello se suma que la disposición espacial de galerías, que protegen la mayor parte de los muros analizados, o de balcones en voladizo reducen aún más la incidencia directa del sol sobre la parte superior de los

mismos, no permitiendo que los muros se calienten lo suficiente como para evidenciar la presencia del adobe en las imágenes termográficas.

Esta situación fue recurrente y no fue posible diferenciar, por ejemplo, en el patio de mayores dimensiones la materialidad de los espacios preexistentes en el ala Sur ni tampoco la que conforma el ala Oeste, mayormente reconstruida durante la década de 1940. En este punto, el cruce con las fuentes primarias resulta fundamental para contribuir a las posibles interpretaciones de las imágenes termográficas obtenidas aun cuando las fuentes disponibles son sumamente acotadas.

Refuerzos estructurales

En distintos puntos de la fachada del Cabildo, se registran llaves dispuestas horizontalmente como refuerzos estructurales de paramentos cegados durante las obras de restauración. En general, podría pensarse que se tratan de secciones de madera, pues promedian el metro de extensión y los 0.20 m de altura (Figura 5a). Un caso particular, lo constituye el refuerzo detectado en la cara Oeste que, por su disposición y recorrido, podrían indicar el empleo de hormigón armado para materializar las vigas y columna (Figura 5b).

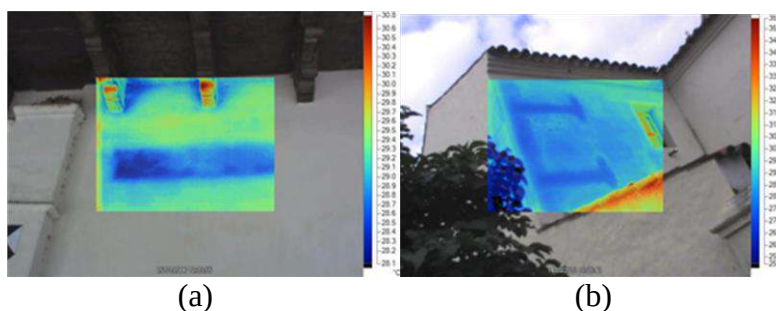


Figura 5. Termografías en donde se aprecian los refuerzos estructurales.

Modelo térmico de los muros

Una vez determinados los materiales, el siguiente paso consistió en determinar el modelo térmico a utilizar en los muros. La Figura 6 muestra el esquema de un muro en el que el 30% del área es de piedra y el 70% restante de adobe. La metodología consiste en dividir el muro en dos partes, M_1 y M_2 , ambas conectando las zonas térmicas adyacentes, e ingresarlos como elementos independientes. En este caso, se desprecia la transferencia de calor vertical (entre el adobe y la piedra) y se considera que M_1 y M_2 están compuestos por capas homogéneas, con las propiedades térmicas correspondientes a cada material. En el caso de encadenados y refuerzos de hormigón armado, el procedimiento es similar al descrito en la Figura 6.

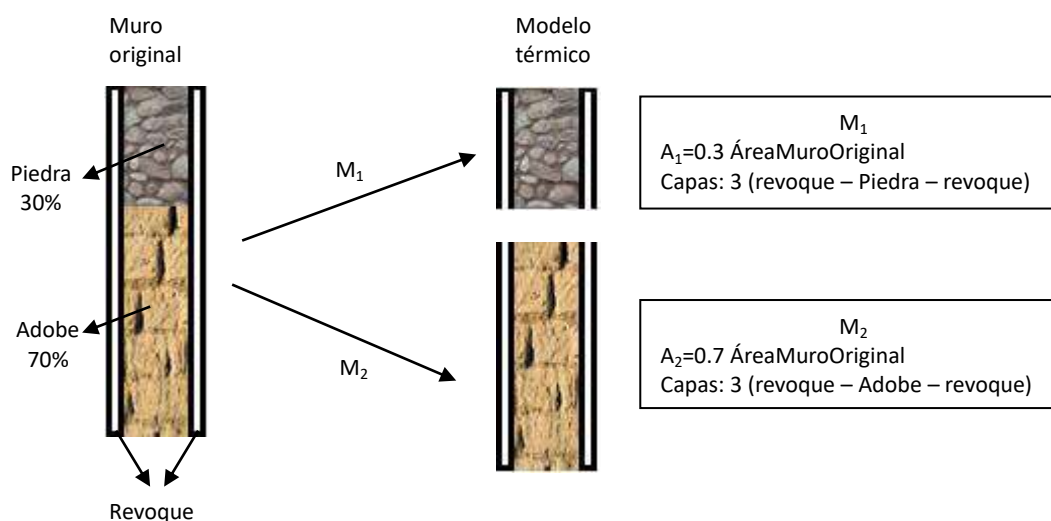


Figura 6. Esquema del modelo térmico de una pared compuesta.

Conclusiones

En este trabajo se pudo utilizar la termografía infrarroja en un edificio con valor patrimonial para obtener información sobre los materiales y sistemas constructivos y para detectar patologías constructivas e inhomogeneidades térmicas. Esta información es muy importante desde el punto de vista de los aportes a la historia arquitectónica del edificio, a la toma de decisiones en materia de conservación y restauración, y al abordaje de la rehabilitación energética del edificio. El conocimiento de los materiales y sistemas constructivos de le envolvente es fundamental para abordar simulaciones futuras del comportamiento térmico del edificio, las cuales permitirán no sólo conocer el estado térmico y energético actual, sino también evaluar distintas estrategias de rehabilitación energética que permitan mejorar las condiciones térmicas en su interior respetando la estética y el valor arquitectónico del edificio. En este sentido, el trabajo realizado es un primer paso en un estudio general de rehabilitación energética de edificios históricos.

Salta cuenta con un importante patrimonio arquitectónico de la época colonial, entre los que se destacan, además del Cabildo Histórico (edificio evaluado en este trabajo) , la Casa de Güemes, la Casa de Hernández, la Casa de Arias Rengel, la Catedral Basílica, la Iglesia San Francisco y el Convento San Bernardo, entre otros. Este legado ha ido sufriendo transformaciones y restauraciones a lo largo del tiempo de las cual se desconoce, bien por la ausencia de los registros documentales o bien por el posterior extravío de los mismos, el tipo de intervención realizada en cada etapa. A ello se suma, que la ciudad está emplazada en una zona sísmica con movimientos permanentes. De este modo, dichas edificaciones, que se caracterizan por la antigüedad de las construcciones, la vulnerabilidad sísmica, y la alta demanda de energía, contienen una superposición de sistemas constructivos que podrían haber debilitado la estructura, pero a su vez, su condición de edificios patrimoniales obliga a restringir, al mínimo indispensable, las actuaciones para asegurar su situación estructural y mejorar su eficiencia térmica.

Finalmente, cabe mencionar que, en nuestro país, la utilización de la termografía infrarroja aplicada a la mejora de la eficiencia energética de construcciones es una técnica de análisis poco instalada en comparación a los países desarrollados, debido principalmente al costo y disponibilidad del equipamiento y a la formación de personal idóneo en el área de termografía. Podría evaluarse entonces, la posibilidad de realizar monitoreos no invasivos a través de la termografía de manera más sistematizada para así recopilar datos y generar herramientas comunes para la toma de decisiones. En este sentido, la temática de edificios históricos implica la conformación de grupos interdisciplinarios que trabajen de manera articulada, y este trabajo es un primer paso hacia ese enfoque holístico.

Agradecimientos

Este trabajo fue parcialmente financiado por ANPCYT (PICT ANPCYT 2014-2605) y Universidad Nacional de Salta (CIUNSa 2489).

Referencias

- Balaras C., Argiriou A. Infrared thermography for building diagnostics. *Energy and Buildings* 34 (2002) 171-183.
- Barreira E., Almeida R. Drying evaluation using infrared thermography. *Energy Procedia* 78 (2015) 170 – 175.
- Barreira E., Almeida R., Delgado J. Infrared thermography for assessing moisture related phenomena in building components. *Construction and Building Materials* 110 (2016) 251–269.
- Bisegna F., Ambrosini D., Paoletti D., Sfarra S., Gugliermetti F. A qualitative method for combining thermal imprints to emerging weak points of ancient wall structures by passive infrared thermography – A case study. *Journal of Cultural Heritage* 15 (2014) 199–202.
- Buschiazzo, M. Argentina: Monumentos históricos y arqueológicos. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Vol XI.,1959.
- EnergyPlus, 2019. Software de simulación. <https://energyplus.net>

Filippín C., Flores Larsen S. Evaluación de la performance energética y el estado de conservación de una envolvente a través de la termografía. Actas de la XL Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente 5, pp. 05.01-05.11, 2017.

Flores Larsen S., Hongn M. Termografía infrarroja en la edificación: aplicaciones cualitativas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 16, pp. 08.26-08.32, 2012.

Flores Larsen, S., Hongn, M. Determining the infrared reflectance of specular surfaces by using thermographic analysis; Elsevier; Renewable Energy 64 (2014) 306-313.

Flores Larsen S., Hongn M., Castro N., Gonzalez S. "Comparison of four in-situ methods for the determination of walls thermal resistance in free-running buildings with alternating heat flux in different seasons". Construction and Building Materials 224 (2019), pp. 455-473, Ed. Elsevier, Jul 2019.

Georgescu M.S., Ochinciuc C.V., Georgescu E.S., Colda I. Heritage and Climate Changes in Romania: the St. Nicholas church of Densus, from degradation to restoration. Energy Procedia 133 (2017) 76-85.

Gómez, R. El Cabildo de Salta. Ed. Hanne, 2010.

Hoyos D., De Paul I., Flores Larsen S. Sistema de medición y procesamiento de temperatura usando un termógrafo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. I, Nº2, pp. 21-23, 1997.

Martínez, E. Salta. Herencia de los siglos XVI, XVII y XVIII. UNSa, 1982.

Martínez, E. y Giles Castillo, B. Salta : patrimonio urbano arquitectónico. Ministerio de Educación de la Provincia de Salta, 2005.

Paoletti D., Ambrosini D., Sfarra S., Fabio Bisegna. Preventive thermographic diagnosis of historical buildings for consolidation. Journal of Cultural Heritage 14 (2013) 116-121.

Quagliarini E., D'Orazio M. Light vaults with frescoes or stuccoes strengthened by GFRP, the role of the reinforcement on intrados strains: first experimental data, International Journal of Cultural Heritage 4 (2010) 320-336.

Quagliarini E., Esposito E., del Conte A. The combined use of IRT and LDV for the investigation of historical thin vaults. Journal of Cultural Heritage 14 (2013) 122-128.

SIMEDIF, 2019. Software gratuito de simulación térmica de edificios. <http://170.210.201.130/index.php/es/software/simedif-2-0-calculo-termico-de-edificios/>

Tejedor B., Casals M., Gangolells M., Roca X. Quantitative internal infrared thermography for determining in-situ thermal behaviour of facades. Energy and Buildings 151 (2017) 187-197.