

IMPACTO DE CUBIERTAS VEGETADAS EN EL AHORRO ENERGÉTICO DEL PARQUE EDIFICIO DEL ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA (AMM).

J. Emiliano Flores Asin¹, Claudia F. Martinez², M. Alicia Cantón³, Erica N. Correa²
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto Ciencias Humanas Sociales y Ambientales
(LAHV INCIHUSA). Centro Científico Tecnológico (CCT Mendoza). Consejo Nacional de
Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). C.P. 5500 – Mendoza
Tel. 0261-5244310. Fax 0261-5244001. E-mail: eflores@mendoza-conicet.gov.ar

Recibido 02/09/15, aceptado 06/10/15

RESUMEN: Las cubiertas vegetadas constituyen una estrategia de enverdecimiento urbano que contribuye a reducir los efectos del calentamiento global, disminuyendo las temperaturas urbanas y los consumos de energía en espacios interiores. Este trabajo evalúa a partir de ensayos experimentales, el efecto de cubiertas vegetadas en zonas de clima cálido-seco sobre el comportamiento térmico de espacios interiores y su consecuente ahorro energético. A tal fin se desarrollaron mediciones de temperatura de aire en box experimentales, mediante sensores del tipo Onset-HOBO, en la estación verano 2015. Los resultados indican que en espacios interiores conexos a la cubierta vegetada, variaciones de temperatura de 1.5 a 1.6 °C generarían ahorros de energía eléctrica destinada a refrigeración del orden del 32% al 34%. La experimentación de estas nuevas tecnologías verdes a nivel regional es importante para lograr su adecuada implementación en el marco de un ahorro energético y un uso racional de los recursos disponibles.

Palabras clave: Cubiertas vegetadas, Comportamiento térmico, Ahorro energético, Zonas áridas.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable implica considerar la disponibilidad energética presente y contar con un horizonte de abastecimiento energético confiable que considere los incrementos en la demanda de energía que plantea una economía en crecimiento. En la actualidad el desarrollo de un país está estrictamente ligado a la energía disponible para desarrollar sus actividades productivas, de construcción de infraestructuras y de transporte, entre otras necesidades de la vida moderna. En este marco, la eficiencia energética es considerada un componente imprescindible para la política energética y la preservación del ambiente.

La aplicación de políticas de uso eficiente de la energía en los distintos sectores tiene suma relevancia en un contexto de aumento de su demanda debido al crecimiento económico e industrial y a mayores exigencias de habitabilidad (Rosenfeld *et al.*, 2007; Cárdenas, 2011). Implementar estrategias que reduzcan los consumos energéticos es un desafío para el presente siglo.

A nivel urbano los problemas ambientales son graves. Si bien la necesidad de la vegetación en entornos construidos va en aumento, la densificación de las ciudades provoca la pérdida de áreas verdes tradicionales. Esta situación favorece el efecto isla de calor urbano (ICU), propicia aumentos de temperaturas, altos consumos energéticos para refrigeración y causa condiciones de discomfort para el

¹ Becario Inicial ANPCYT

² Investigadora Adjunta CONICET

³ Investigadora Independiente CONICET

habitante urbano (Giridharan *et al.*, 2005; Permpituck y Namprakai, 2012). Controlar y reducir la carga térmica en el interior de edificios es imprescindible para alcanzar condiciones de confort térmico y un ahorro de energía significativo. Las estrategias disponibles abarcan el uso de equipos mecánicos de acondicionamiento de aire que son grandes consumidores de energía o bien factores ambientales como la vegetación que no implica un gasto energético.

Las nuevas tecnologías verdes se presentan como estrategias apropiadas que han sido aceptadas como una opción viable para aumentar las áreas verdes en entornos consolidados, reducir el consumo de energía en la edificación y aumentar el confort térmico. Las cubiertas vegetadas se han introducido como uno de los medios más eficientes de ahorro de energía en el sector de la construcción (Liu y Baskaran, 2003; He y Jim, 2010). Este tipo particular de techo reduce la demanda a través de la mejora del rendimiento térmico, mientras que la vegetación consume gran cantidad de la energía solar incidente a través de sus funciones biológicas -fotosíntesis y transpiración-, reduciendo la radiación que afecta a la temperatura interna en comparación con un techo desnudo (Wong *et al.* 2003, Saadatian *et al.* 2013). Para una cubierta vegetada se estima que del total de radiación solar 27% se refleja, 60% se absorbe por las plantas y el sustrato, y 13% incide en el interior del edificio (Terini y Dimitris, 1998). Se ha determinado que el consumo anual de energía de una cubierta vegetada con una profundidad de suelo de 0,10 m es 14,53% menos que la de una cubierta convencional, mientras que con un sustrato de 0,20 m se logra reducir el 20,65% la transferencia de calor. También pueden reducir significativamente las temperaturas superficiales de los techos hasta 20°C, con el consecuente ahorro energético destinada a refrigeración con aire acondicionado, en valores de hasta el 80% y promedios frecuentes del 25 al 50% (Permpituck y Namprakai, 2012).

A nivel internacional, esta nueva tendencia muestra un grado de madurez importante dado que es una alternativa viable que no sólo impacta en la reducción de los efectos del calentamiento global, de la contaminación atmosférica y del nivel de ruidos sino también en la disminución del efecto de isla de calor y en el acondicionamiento térmico de la edificación, con la consecuente disminución de los consumos de energía (Dunnet y Kingsbury, 2004; Blanc, 2008; Wonga *et al.*, 2009). Estudios previos han demostrado que dependiendo del clima de la región y de la cantidad de vegetación, la economía de energía varía entre un 35-95% (Alexandri y Jones, 2006). Si bien en Europa y América del Norte estas tecnologías ya están siendo aplicadas, su incorporación a los contextos locales se encuentra todavía en su fase inicial y de experimentación.

En nuestro país el interés por estas tecnologías se ha incrementado a partir del año 2013. Desde entonces han surgido además de programas, documentos y aplicación en obras emblemáticas; empresas generadoras de esta tecnología con aplicación en obra y uso de materiales utilizados en otros países. Sin embargo, su implementación requiere evaluar el desempeño energético del sistema en relación a las distintas zonas climáticas.

Para el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), emplazada en un contexto de aridez, se plantea la necesidad de avanzar en el estudio y desarrollo de sistemas de naturación urbana que emplee especies de bajo requerimiento hídrico. Estudios locales indican que el potencial de incorporación de nuevas tecnologías verdes es elevado en la alta densidad constructiva de la ciudad capital -61%- (Flores Asin *et al.*, 2013). La aplicación de estas tecnologías con su adaptación hídrica permitirá incorporar masa vegetal al espacio urbano-edificio y contribuir al ahorro energético de los espacios interiores. Esta incorporación conforma una estrategia de mitigación de los efectos de la antropización del entorno y contribuye a valorizar la calidad energética y ambiental, logrando un uso racional de los recursos disponibles en la región (agua, radiación solar y energía para climatización).

El presente trabajo evalúa a partir de ensayos experimentales, el efecto de cubiertas vegetadas en zonas de clima cálido-seco sobre el comportamiento térmico de espacios interiores y su consecuente ahorro energético.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño experimental

El diseño experimental planteado sigue la metodología propuesta por La Roche (2009) y tiene por objeto analizar en forma comparativa la influencia de cubiertas tradicionales y de cubiertas vegetadas adaptadas a las condicionantes locales de Mendoza, sobre el comportamiento térmico de espacios interiores. A tal fin, en el área experimental del CCT CONICET Mendoza (latitud 32°53'52.83"S, longitud 68°52'31.30"O) se montaron tres box de ensayo: un box testigo (cubierta tradicional sin vegetar CT) y dos box tratamientos de cubiertas vegetadas con distintos paquetes biológicos (denominadas CV1 y CV2).

Los box de ensayo conforman volúmenes ciegos de 1 m³, de carácter liviano y aislado al exterior. Tecnológicamente, muros y pisos están compuestos por tres capas: placa cementicia en la cara interior (espesor 10 mm), aislación térmica de poliestireno expandido de baja densidad (espesor 50 mm) y placa de fenólico en la cara exterior (espesor 18 mm), acabado esmalte sintético color blanco. La cubierta es de hormigón armado (espesor 150 mm; peso específico 2400 Kg/m³; dosificación en volumen: 1-3-3 cemento, árido grueso y fino), y está aislada hidráulicamente (membrana Sika® Sarnafil F 610-12 Felt). La cubierta empleada tiene por objeto evaluar el tipo constructivo comúnmente utilizado en la resolución de techos en el parque edilicio del AMM.

La cubierta vegetada está definida por un manto drenante Sika® GR Aquadrain Extensivo, un sistema de riego por goteo subsuperficial, sacos de geotextil (3) contenedores del sustrato (arena, orujo agotado y turba negra en iguales proporciones; espesor 150 mm) y las especies vegetales. En este trabajo se evalúan dos especies de disponibilidad local y alta tasa de reproducción agámica: *Aptenia cordifolia* (L. f.) Schwant. “Baby rose” y *Sedum spectabile* (Boreau) H. Ohba “Sedum otoño”. Dichas especies tienen semejanza poder tapizante y diferentes consumos hídricos y hábito de crecimiento (Fig. 1).




	Cubierta vegetada <i>Aptenia cordifolia</i> (CV1)	Cubierta vegetada <i>Sedum spectabile</i> (CV2)	Cubierta testigo (CT)
Características de las especies vegetales evaluadas.			
Cobertura (%)	73.10	68.30	-
Consumo hídrico (litros.m ² /año)	268	291	-
Hábito de crecimiento	Rastrero	Erguida	-

Figura 1: Diseño Experimental.

2.2. Método de medición

El diseño experimental tiene por objeto el desarrollo y monitoreo térmico de ensayos en condiciones controladas. El comportamiento térmico se evalúa a partir del registro de temperaturas -exterior e interiores- en la estación verano durante un periodo de 24 días. Los datos se registraron cada 15 minutos mediante microadquisidores de datos en la siguiente configuración: un sensor fijo del tipo Onset® HOBO® temp/RH logger UX100-003 en el espacio interior del box, dos sensores en la losa de hormigón -cara interna y externa- del tipo termocupla T EL-USB-TC con data logger incluido en cada una; y un sensor de referencia en el espacio abierto (Fig. 2).

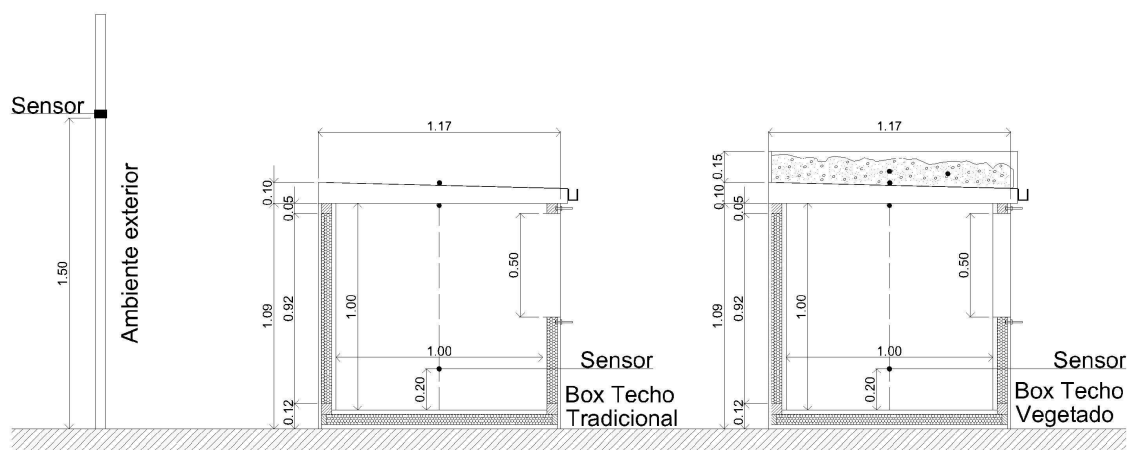


Figura 2: Distribución de sensores de temperatura.

2.3. Potencial de ahorro energético

Dentro de los 24 días que corresponden al período de medición, para el cálculo del ahorro energético se han considerado 9 (nueve) días típicos de verano - altos niveles de heliofanía y amplitud térmica, elevadas temperaturas diurnas y baja velocidad de viento-, con una máxima de radiación global superior a 600 W/m^2 y una temperatura media mayor o igual a $23 \text{ }^\circ\text{C}$ (asumida como temperatura de confort) (Fig. 3).

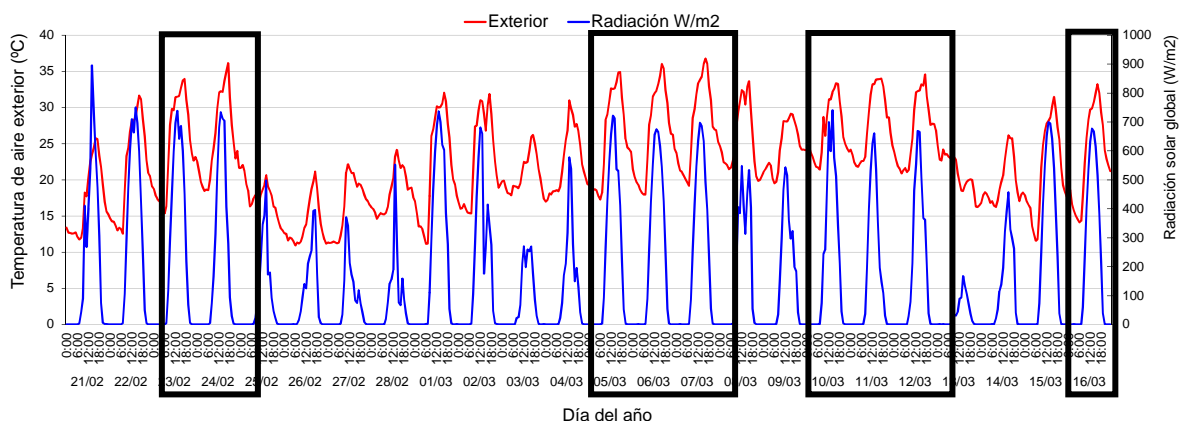


Figura 3. Temperatura exterior ($^\circ\text{C}$) y radiación global (W/m^2).

El cálculo de la demanda térmica se realiza mediante el método de grados-día desarrollado por Erbs, et al (1987).

El consumo relativo de energía eléctrica residencial se determinó en base a los datos de facturación de la serie temporal 1970 – 2012 (Secretaría de Energía de la Nación Argentina, 2012).

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se analizan en forma comparativa para los tres tratamientos CT, CV1 y CV2 en torno a su comportamiento térmico y al potencial de ahorro energético que implicaría su implementación masiva en áreas urbanizadas de la provincia de Mendoza.

3.1 Comportamiento térmico

Los datos obtenidos de las mediciones térmicas fueron promediados en forma horaria para una mejor comprensión de los comportamientos globales.

Se puede observar en la Figura 5 que la temperatura máxima interior en los box de ensayo se encuentra desfasada con respecto a la temperatura exterior. En días despejados se puede notar que las temperaturas máximas y mínimas del box testigo -CT- son superiores a las exteriores en todo el ciclo de medición. Las curvas de temperatura de los box con cubiertas vegetadas -CV- se encuentran amortiguadas respecto a la temperatura exterior y al testigo. En días inestables, -nubosidad variable- se observan menores diferencias entre las temperaturas máximas y las amplitudes térmicas de los box CV respecto al testigo.

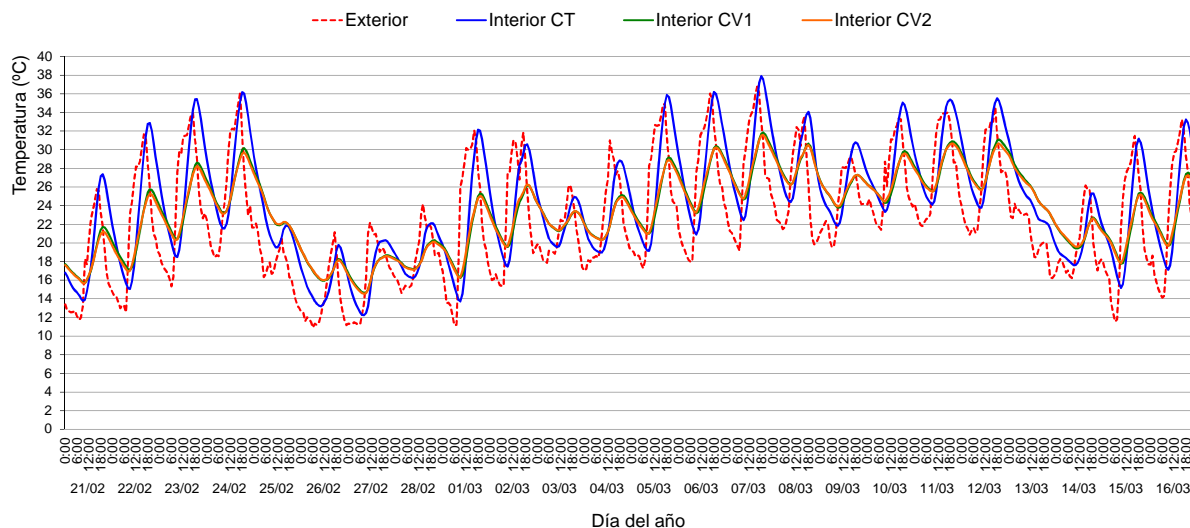


Figura 5. Temperaturas exterior e interior.

Para los días de verano, la temperatura máxima exterior es similar a la interior en el box CT (30 °C), en cambio para las cubiertas vegetadas las temperaturas máximas interiores son menores en 4.4 °C a 4.5 °C, para CV2 y CV1 respectivamente.

La temperatura media interior del box CT excede a la exterior en 2 °C, en cambio para las cubiertas vegetadas no supera 1°C.

La temperatura mínima presenta valores menores para el exterior que para el interior de los box. La mínima media es de 18.7 °C para el CT y 20.6 °C para CV1 y CV2.

La temperatura exterior presenta una amplitud térmica media de 14.2 °C. Al observar las amplitudes térmicas medias interiores se observa una diferencia de 2 °C entre CT respecto a la exterior. En cambio la amplitud térmica registrada en el interior de los box CV1 y CV2 es del orden de los 6 °C, respecto de los 14 °C de la temperatura exterior; esto demuestra la eficiencia del poder aislante de las cubiertas vegetadas (Tabla 1).

Temperatura (°C)		Exterior	Interior		
			CT	CV1	CV2
Máx.		30.2	30.9	26.6	26.4
Med.		22.5	24.2	23.4	23.3
Mín.		16.0	18.7	20.6	20.6
ΔT		14.2	12.2	6.0	5.8

Tabla 1: Temperaturas media exterior e interior para los 24 días de medición.

3.2 Potencial de ahorro energético

En los tres tratamientos, la temperatura promedio diaria interior se encuentra fuera del rango de confort (CT: 27.83°C; CV1: 26.28°C; CV2: 26.21°C) (Tabla 2). Los box CV1 y CV2 respecto al testigo presentan una diferencia entre temperaturas medias del orden de 1.5 °C y 1.6 °C, respectivamente. Lo que indica que ambas cubiertas vegetadas presentan temperaturas medias menores a las del box CT. La variación leve de la temperatura media entre CV1 y CV2 se explica por las diferencias intrínsecas a las especies vegetales utilizadas.

Día	T (°C) promedio diaria exterior	T (°C) promedio diaria interior			Δt diaria interior = CT-CV	
		CT	CV1	CV2	CT - CV1	CT - CV2
1	24.77	26.31	24.15	24.03	2.15	2.28
2	25.63	28.15	26.37	26.16	1.78	1.99
3	25.70	26.39	24.57	24.57	1.82	1.82
4	26.47	28.23	26.69	26.71	1.53	1.52
5	27.58	29.63	28.11	28.13	1.52	1.51
6	26.77	28.43	26.75	26.77	1.68	1.65
7	27.75	29.48	28.11	28.02	1.38	1.47
8	26.81	29.34	28.42	28.20	0.92	1.14
9	23.13	24.54	23.37	23.30	1.17	1.24
Promedio	26.07	27.83	26.28	26.21	1.55	1.62

Tabla 2: Impacto de las temperaturas exteriores en los espacios interiores en días típicos.

Con el fin de analizar comparativamente el consumo energético derivado de la necesidad de enfriamiento, se realizó el cálculo de las diferencias de temperatura promedio, asumiendo como temperatura de confort 23 °C. Dichos valores fueron calculados para los 9 días de análisis. El cociente entre la sumatoria de diferencias de temperatura permite definir los requerimientos de energía de CV1 y CV2 respecto al box testigo -CT-. (Tabla 3)

Los resultados muestran respecto al testigo CT un consumo del 68% en el tratamiento CV1 y del 66% en el tratamiento CV2. Esto implica que variaciones interiores de temperatura del orden de 1.5 °C generan ahorros de energía del 32% para CV1 y variaciones de 1.6 °C generan ahorros de energía del 34% para CV2 (Tabla 3).

Día	ΔtCT (°C)	ΔtCV1 (°C)	ΔtCV2 (°C)	ΔtCV1/ΔtCT (%)	ΔtCV2/ΔtCT (%)
1	3.31	1.15	1.03		
2	5.15	3.37	3.16		
3	3.39	1.57	1.57		
4	5.23	3.69	3.71		
5	6.63	5.11	5.13		
6	5.43	3.74	3.77		
7	6.48	5.11	5.02		
8	6.34	5.42	5.20		
9	1.54	0.37	0.30		
Σ	43.50	29.54	28.88	67.91	66.40

Tabla 3: Consumos energéticos relativos para CV1 y CV2 en días típicos.

Si se tiene en cuenta que el consumo de energía eléctrica en el sector residencial muestra una curva creciente en el periodo comprendido entre los años 1970-2012 y que la demanda actual se ha incrementado un 10 % entre los años de menor y mayor consumo, alcanzando valores promedio en los últimos cinco años del orden del 24 % (Figura 6), puede inferirse lo siguiente: la implementación de

tecnologías verdes conforma una estrategia viable cuya implementación masiva permitiría una reducción de la demanda energética para refrigeración con el consiguiente logro de condiciones de confort en espacios interiores. Para el caso evaluado se ha conseguido una reducción energética del orden del 30 %.

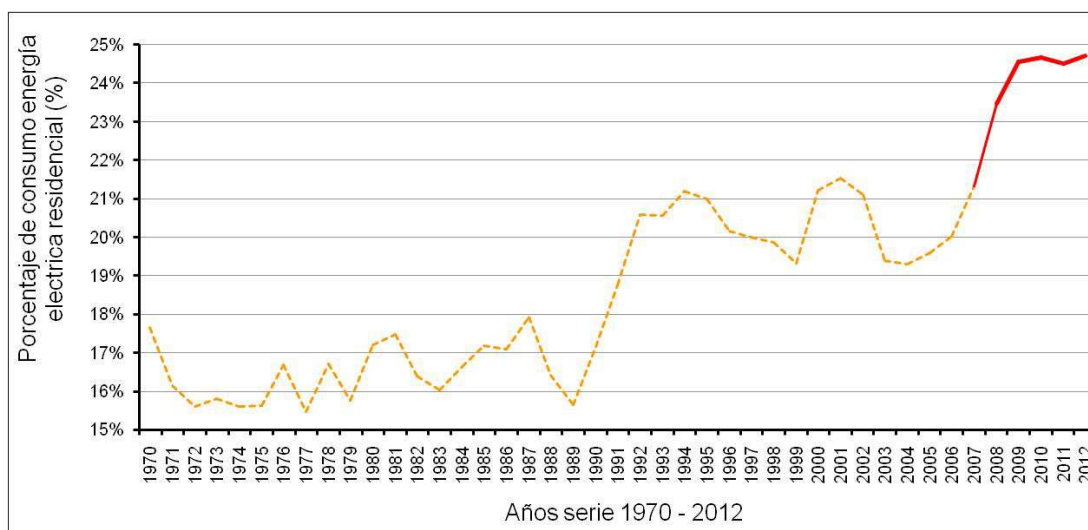


Figura 6: Consumo energía eléctrica residencial en el periodo 1970 – 2012 en Mendoza

4. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos mediante los ensayos experimentales se puede concluir que en el periodo evaluado el uso de cubiertas vegetadas sobre techos planos permite amortiguar las temperaturas en espacios interiores, disminuyendo la amplitud térmica interior alrededor de 6 °C y la temperatura máxima interior alrededor de 4.5 °C. Además, la temperatura media interior fue del orden de 1 °C menor con el uso de cubiertas vegetadas respecto a un techo tradicional sin vegetar.

La disminución de la temperatura en espacios interiores contribuye a moderar los consumos de energía en el ambiente construido. Estudios previos muestran que en viviendas con tecnologías de envolvente másica, disminuciones de temperatura del orden de 1°C reducen los consumos de energía derivados de la necesidad de enfriamiento para alcanzar condiciones de confort en el orden del 27%. Esto implica que, pequeñas diferencias de temperatura generan un alto impacto en la demanda de energía para el acondicionamiento térmico de espacios interiores (Cantón y Fernández, 2010).

Los resultados aportados en este trabajo indican que en espacios interiores conexos a la cubierta vegetada, variaciones de temperatura del orden de 1.5-1.6 °C generan ahorros de energía del 32% para *Aptenia cordifolia* y del 34% para *Sedum spectabile*.

Por último, los comportamientos térmicos entre los tratamientos con diferentes especies vegetales - *Aptenia sp.*, *Sedum sp.*- muestran diferencias poco significativas. Esto implica que es necesario ampliar el universo de especies en estudio a los efectos de identificar si es posible alcanzar mayores rangos de eficiencia. Y que, de sostenerse esta tendencia, el criterio de selección de especies en zonas áridas debe asociarse principalmente a la demanda hídrica y disponibilidad local. De las especies estudiadas, *Aptenia cordifolia* muestra ser una especie compatible con esta condición (*Aptenia sp.* 268 litros.m²/año; *Sedum sp.* 291 litros.m²/año).

5. DISCUSIÓN

El potencial de incorporación de nuevas tecnologías verdes –cubiertas vegetadas– en el AMM es elevado en alta densidad constructiva (61%) y más restringido en baja densidad (36%). Sin embargo, los mayores requerimientos en cuanto a la implementación de techos verdes se presentan en alta

densidad dada la consolidación del área y en consecuencia la baja disponibilidad de vacíos urbanos aptos para espacios verdes tradicionales.

La incorporación de vegetación sobre cubiertas planas tradicionales muestra que en verano es posible disminuir la temperatura interior en ambientes conexos a la cubierta del orden de 1.5 °C generando ahorros energéticos promedio del 33%. Según Balter et al. (2011) en el área de alta densidad constructiva de Mendoza el consumo eléctrico medio anual de un departamento en un edificio liviano (envolvente liviana/m²: 51,20%; envolvente maciza/m²: 27,15% y envolvente mixta/m²: 21,65%) es de 1490 KWh, mientras que el consumo en uno másico (envolvente liviana/m²: 5,10%; envolvente maciza/m²: 94,90%) es de 944 KWh. Estos valores indicarían que al incorporar cubiertas vegetadas (ahorro energético del 33%), el consumo anual para un departamento en un edificio liviano disminuiría a 774 KWh (195 KWh de ahorro) y para uno másico a 490 KWh (124 KWh de ahorro).

Otros autores han evaluado el comportamiento térmico de las cubiertas vegetadas en la estación invierno determinado que la temperatura en el sustrato es 7-8 °C más elevada que la temperatura alcanzada en cubiertas tradicionales y sus consecuentes ahorros de energía destinados a calefacción (Teemusk y Mander, 2010). Si bien los resultados presentados en este trabajo corresponden a la estación verano, en etapas futuras se avanzará en torno a la evaluación de las tecnologías en la estación fría a los efectos de determinar los alcances energéticos de su implementación en forma anual.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alexandri, E., Jones, P. (2006). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roof in diverse climates. Science Direct – Elsevier Ltd
- Balter, J., Ganem, C., Cantón M. A. (2011). Evaluación térmica y consumos energéticos en verano de departamentos ubicados a distintas alturas en edificios másicos en la Ciudad de Mendoza. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 15 p. 83 – 91.
- Blanc, P. (2008). The vertical garden in nature and the city. New York: W.W.Norton. Print.
- Cantón, M. A.; Fernández, J. (2010). Efecto de los toldos en las condiciones térmicas del espacio abierto y su influencia en los interiores en zonas áridas. Revista ERMA, Vol. 26: 1-8 (2010).
- Cárdenas, G. J. (2011). Matriz energética argentina. Situación actual y posibilidades de diversificación. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario. 32-36. <http://www.eeaoc.org.ar/upload/contenido/pdf/20120228122933000000.pdf>
- Dunnett, N.; Kingsbury, N. (2004). Planting Green Roofs and Living Walls. Timber Press Inc. Portland, Oregon.
- Erbs, D.G. (1987). Degree Day for Variable Base Temperatures. Proceedings of International Solar Energy Society (ISES). Vol. N° 6, pp. 387-391. Ed. J. Hages and W.Kollar.
- Flores Asin, E., Martínez, C. F.; Cantón, M. A. (2013). Tecnologías verdes. Potencial de aplicación en el Área Metropolitana de Mendoza (AMM). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 1, pp. 05.115-05.120, 2013. ISBN 978-987-29873-0-5
- Giridharan R., Lau S.S.Y., Ganesan S. (2005). Nocturnal heat island effect in urban residential developments of Hong Kong. Energ Buildings 2005;37:9, 64-71.
- He H., Jim C.Y. (2010). Simulation of thermodynamic transmission in green roof ecosystem. Ecological Modelling 2010;221:2949–58.
- La Roche, P. (2009). Low Cost Green Roofs for Cooling: Experimental series in a hot and dry climate. PLEA - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada, 22-24 June 2009.
- Liu K.K.Y., Baskaran B.A. (2003). Thermal performance of green roofs through field evaluation. Chicago, IL: National Research Council Canada; 2003. p. 1–10.
- Permpituck S. y Namprakai P. (2012). The energy consumption performance of roof lawn gardens in Thailand. Renewable Energy 40: 98-103.
- Rosenfeld E., San Juan G., Discoli C., Martini, I., Ferreyro, C., Barbero, D. (2007) Ahorro de energía en el sector residencial. Su contribución a la disminución de gases de efecto invernadero (GEI). Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 11: 07.31-07.38. ISSN 0329-5184.

- Saadatian, O., Sopian, K., Salleh, E., Lim, C.H., SafaRiffat, Elham Saadatian, Arash Toudeshki, Sulaiman M.Y. (2013) A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 23, 155–168.
- Secretaría de Energía de la Nación Argentina, 2012. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3731>. Consulta: 20 de agosto 2015.
- Teemusk, A., Mander, U. (2010). Temperature regime of planted roofs compared with conventional roofing systems. *Ecol Eng* 2010;36:91-105.
- Terini, E., Dimitris, A. (1998). The contribution of a planted roof to thermal protection of building in Greece. *Energy Buildings* 1998; 27:29-36
- Wong, N.H., Chen, Y., Ong, C.L., Sia, A. (2003). Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical Environment. *Build Environ* 2003;38:2, 61-70.
- Wonga, N. H.; Tan A. Y.; Tan, P. Y; Wongc, N.C. (2009). Energy Simulation of Vertical Greenery Systems. *Energy and Buildings*, Lausanne,v.41, n,12, p.1401-1408.

ABSTRACT: The green roofs are an urban greening strategy which mitigate the effects of global warming, by reducing urban temperatures and energy consumption derived from indoor thermal conditioning in summer. This paper assesses from experimental trials, the effect of vegetated roofs in warm-dry climate on the thermal behavior of interior spaces and consequent energy savings. The method consists in measuring the air temperature in experimental cells with data loggers HOBO, during the 2015 summer season. The results show that in indoor spaces linked with the green roof, internal temperature variations of the order of 1.5-1.6 °C generate savings of electricity for cooling interior spaces from 32% to 34%. The experimentation of these new green technologies at the regional level is important to ensure their proper implementation in the framework of energy savings and the rational use of available resources.