ASADES

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente
Vol. 22, pp 01.61-01.70, 2018. Impreso en la Argentina
ISSN 2314-1433 - Trabajo selecionado de Actas ASADES2018

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO DE UN PROTOTIPO CON TEJAS DE MATERIAL COMPUESTO

Halimi Sulaiman[1], María Paz Sánchez Amono[2], Rosana Gaggino[3], Celina Filippin[4], María Josefina Positieri[5]
-Centro Experimental de Vivienda Económica (CEVE), dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Asociación de Vivienda Económica (AVE)
Igualdad 3585, Córdoba Capital, CP 5003.Tel.: 0351 4894442
-Centro Regional del INTA La Pampa-San Luis CONICET
Av. Spinetto 785, Santa Rosa (6300), La Pampa, Tel: (54) 2954 430910
-Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad (CINTEMAC). Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria – Universidad Tecnológica Nacional.
Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC) Córdoba Capital, CP 5000.
Tel.: (54) 0351-598-6000, int.2150

Recibido 12/08/18, aceptado 25/09/18

RESUMEN: El concepto de Construcción Sustentable propone una profunda innovación en el diseño y producción de los elementos que conforman el hábitat humano. Se desarrollaron tejas en base a un material compuesto por polietileno y caucho reciclados implementando un nuevo procedimiento de fabricación que contribuye a dar un destino final adecuado a los residuos y sustituye materias primas de origen natural. En este trabajo se presenta el procedimiento de elaboración de un componente constructivo (teja) y los cálculos de Conductividad y Transmitancia térmica necesarios para solicitar el Certificado Aptitud Técnica (CAT) para este sistema constructivo en la Ciudad de Córdoba (Subzona Bioambiental IIIa). Se utilizó la hoja de cálculo del CEEMA (Centro de Estudios Energía y Medioambiente IAA.FAU.UNT). El valor del K calculado (0,76 W/m.k) ha resultado inferior al máximo establecido para invierno y verano para el nivel B y no presenta condensación entre capas ni condensación superficial, verificando la Norma.

Palabras clave: construcción sustentable, residuos, material compuesto, desempeño higrotérmico.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la excesiva generación de residuos influenciada por el acelerado crecimiento demográfico y los nuevos modelos de consumo de la sociedad, constituye uno de los más graves problemas medioambientales en el mundo. Dentro del volumen de residuos sólidos urbanos, los residuos de caucho y los de plástico ocupan un importante lugar.

En Argentina, más de 100.000 toneladas anuales de neumáticos fuera de uso son desechados en vertederos de residuos no controlados o se los elimina mediante quema directa, lo que produce emisiones de gases nocivos para el entorno. Demoran aproximadamente unos 600 años para empezar a degradarse, a la intemperie (INTI, 2010).

Los plásticos constituyen el 13,3% del total de los residuos sólidos urbanos (en peso) lo que equivale al 30% del total (en volumen) en la Argentina. Dentro de los plásticos se destaca por su cantidad el polietileno de baja densidad, ya que representa el 42,6% de los plásticos (CEAMSE 1992). Se usa

[1] Doctora. Investigadora Asistente CONICET
[2] Doctora. Becaria Postdoctoral CONICET
[3] Doctora. Investigadora Independiente CONICET
[4] Doctora. Investigadora Principal CONICET
[5] Doctora. Docente investigadora UTN

principalmente en bolsas, bidones, caños, etc. Es un material que se produce a partir de combustibles fósiles y demora más de 150 años en degradarse, a la intemperie.

Una de las premisas del Desarrollo Sostenible es evitar el agotamiento de los recursos, mediante el reciclado y la recuperación de los residuos. En este trabajo de investigación se adhiere a esta premisa del Desarrollo Sostenible, por lo cual se ha desarrollado un componente constructivo para cubiertas de techos (teja) elaborado íntegramente a partir de residuos de caucho y de polietileno.

Otra de las premisas del Desarrollo Sostenible es ahorrar energía. En nuestro país, la Secretaría de Vivienda de de la Dirección Nacional de Acceso al Suelo y Formalizaciones del Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda adhiere a esta premisa, promoviendo el ahorro en climatización de los ambientes construidos, por lo cual a partir de julio del año 2017 solicita realizar el cálculo Higrotérmico de los sistemas constructivos, para solicitar o renovar los Certificados de Aptitud Técnica, y cumplimentar lo establecido para el nivel B de la Norma IRAM 11605.

En este trabajo de investigación se presentan los cálculos de Conductividad y Transmitancia térmica que fueron presentados para solicitar el Certificado Aptitud Técnica (CAT) de este sistema constructivo en la Ciudad de Córdoba (Subzona Bioambiental IIIa), según la normativa actual vigente en el país.

En el año 2015 se llevó a cabo la construcción de un prototipo con esta tecnología (Figura 1), con el objetivo de evaluar su desempeño técnico y tramitar el Certificado de Aptitud Técnica.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN

La fabricación de este material compuesto se lleva a cabo con una máquina extrusora para plásticos (Figura 2), en la que se combinan dos procesos: extrusión y moldeo por compactación. La mezcla compuesta por caucho (Figura 3) y polietileno de baja densidad -P.E.B.D. (Figura 4) se ingresa en la tolva de forma manual. Luego de ser calentada, esta pasta se extruda a través de un tornillo con tres zonas de calentamiento alcanzando una temperatura aproximada de 150-200 ºC.

La mezcla caliente que sale de la extrusora se vuelca sobre la matriz (Figura 5) y finalmente se acciona la prensa para que descienda el molde superior aplicando fuerza sobre la pasta. El proceso dura aproximadamente durante cinco minutos, tiempo en el cual la pasta se endurece manteniendo la forma deseada. La teja debe ser colocada en un bastidor para que en su proceso de enfriamiento no se deforme. Luego del moldeado, la teja presenta rebabas de material que deben ser cortadas y retiradas. Luego de esto, la teja está terminada (Figura 6).

Figura 1: Vista del prototipo

Figura 2: Máquina extrusora

Figura 3: Partículas de caucho

Figura 4: Partículas de polietileno

Figura 5: Mezcla caliente sobre matriz

Figura 6: Teja terminada

Un procedimiento adicional opcional en la fabricación de las tejas consiste en el recubrimiento de las mismas con aditivos retardantes de llama. Las tejas sin recubrimiento tienen escasa resistencia al fuego, puesto que es conocido que tanto el caucho como el polietileno son materiales de fácil combustibilidad, y que emiten gases nocivos para la salud. Por esta razón se realizó una investigación en la institución CEVE experimentando con diferentes recubrimientos con aditivos retardantes de llama existentes en el mercado, y se realizaron ensayos de inflamabilidad según la Norma IEC 60695-2-11, denominada Ensayo del Filamento Incandescente. Finalmente, estableció que el material constitutivo de la teja es apto desde el punto de vista de la Inflamabilidad, cuando está recubierto con alguno de los siguientes recubrimientos: esmalte sintético negro mezclado con polvo de bórax; pintura intumescente marca Venier; y esmalte sintético negro mezclado con arena (Peisino et al, 2017).

SISTEMA CONSTRUCTIVO

El prototipo experimental utilizado fue una oficina de 26 m^2, ubicada en el CEVE, que tenía una cubierta de tipo tradicional, con tejas cerámicas francesas, sobre estructura de madera. Se colocó la membrana aislante hidrófuga controladora de vapor tipo Wichi, y se reemplazaron las tejas cerámicas francesas por las tejas elaboradas con materiales reciclados producto de esta investigación.

La estructura del prototipo es antisísmica, y consiste en vigas, columnas y platea de hormigón armado. Las paredes tienen 0,19 m de espesor total, y están compuestas por placas de ladrillo de tierra cocida de 5 cm de espesor (placas tipo “Beno”, desarrolladas en CEVE), con juntas tomadas con un mortero de cemento y arena gruesa; bolseado interior de 1,5 cm de espesor, y un revestimiento de ladrillo visto de tierra cocida de 12,5 cm de espesor.

La cubierta consiste de los siguientes elementos: tirantes de pino Saligne de 3" x 6", alfajías de pino Saligne de 1" x 2", listones de pino de ½" x 2", cielorraso de terciado de pino de 6 mm de espesor,

membrana aislante hidrófuga controladora de vapor tipo Wichi, capa de aislación térmica de poliestireno expandido de 40 mm de espesor, clavaderas de pino tipo Saligne 2” x 1”, y tejas elaboradas con materiales reciclados, con las cumbreras del mismo material.

La teja francesa cerámica tiene un tamaño similar al de la teja elaborada con materiales reciclados producto de esta investigación, por lo cual se pudo reutilizar la estructura de listones y clavaderas existente en el prototipo. Esto se considerado una ventaja, ya que permite que la teja producto de esta investigación se adapte a un sistema de cubierta tradicional.

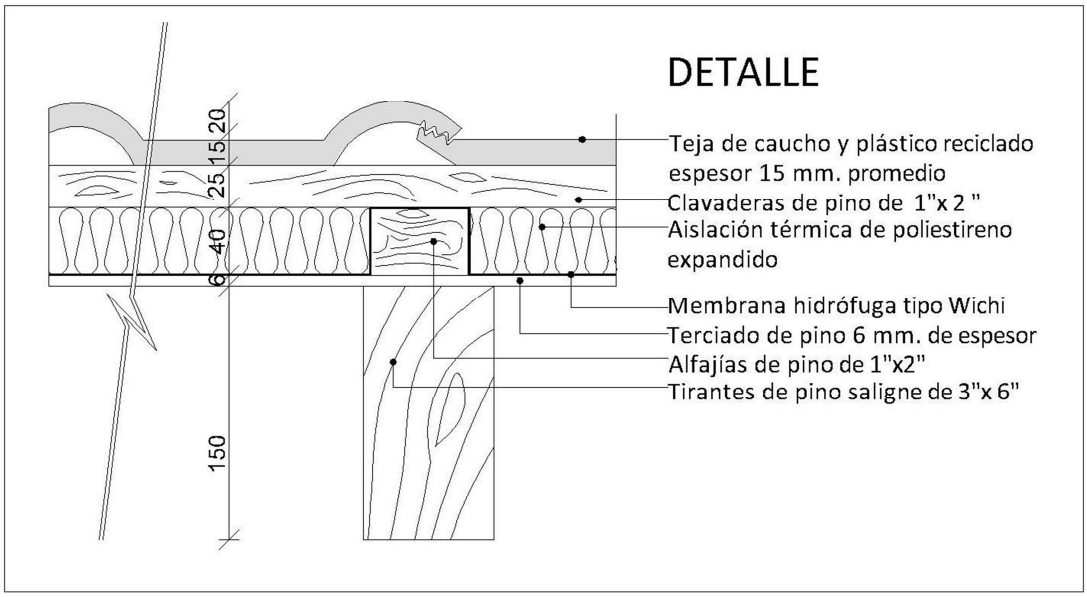

Figura 7: Corte del sistema constructivo de cubierta de madera con tejas de material reciclado.

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (K)

Para realizar los cálculos se tomó como referencia el prototipo (Figura 1) construido con un sistema estructural de techo inclinado de madera y cubierta de tejas de material reciclado. Se utilizó el software desarrollado en el Centro de Estudios Energía y Medioambiente -CEEMA- de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Tucumán (Gonzalo et al, 2005) (Gonzalo 1989).

El valor de permeabilidad al agua de las tejas de caucho y plástico fue obtenido mediante ensayo realizado bajo Norma IRAM 11632.1 para tejas de hormigón. Cumple con dicha Norma, la cual establece que no deben desprenderse gotas de agua en la parte inferior de las tejas durante la duración del ensayo. Los ensayos se realizaron sobre las tejas luego de transcurridos 7 días de la finalización del ensayo de heladicidad. El ensayo fue realizado en el Laboratorio del CINTEMAC (UTN-FRC).

Los valores de permeabilidad al agua de los otros materiales del sistema constructivo fueron obtenidos de la Tabla A6 “Permeabilidades al vapor de agua y permeancia al vapor de agua” de la Norma IRAM 11601:2002.

El valor de Absorción de agua fue establecido mediante ensayo realizado bajo Norma IRAM 12528.03 para tejas cerámicas. Cumple con dicha Norma, la cual establece que las tejas inmersas en agua por 24 horas no deberán absorber una cantidad de agua mayor al 15% de sus respectivas masas en estado seco. Porcentaje de absorción de agua: 0,3% (valor medio).

El valor de conductividad térmica (0,33 W/m.k) de la teja de caucho y plástico reciclado fue obtenido mediante ensayo según norma IRAM 11559 Acondicionamiento térmico. Determinación de la resistencia térmica y propiedades conexas en régimen estacionario. Método de la placa caliente con guarda.

Los datos de conductividad térmica de los otros materiales del sistema constructivo fueron tomados de la Norma IRAM Nro. 11601 (versión año 2002) y del Manual práctico del EPS Poliestireno expandido, Aislamiento Térmico en la Construcción, de acuerdo a la Ley 13059 (Azqueta, 2014).
Se destacan los parámetros claves en el cálculo correspondientes a la Norma IRAM 11603:2012) Córdoba (AERO) Zona IIIa: la temperatura exterior de diseño es de -4,5 °C y la humedad relativa exterior de diseño es 67% (ver Tabla 1).

El kmax admisible se calculó según la Tabla 1 de la norma IRAM 11605:1996. Para una TED=.4.5˚C, los Kmax admisibles son para los niveles A (ecológico)=0.28 W/m2K; B (recomendado)=0.72W/m2K; y C (mínimo)=1.00 W/m2K. Las resistencias térmicas superficiales (Rs) se obtuvieron de la Tabla 2 de la norma IRAM 11601:2002. En el invierno, para un flujo de calor ascendente, corresponde un Rsinterior=0.13 m2 K/W y un Rsexterior=0.04 m2 K/W.

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

OBRA:	EJEMPLO DE APLICACION
SITUACION:	OBRA EN CORDOBA
OPERADOR:	NUEVOS MATERIALES- CEVE- CONICET
FECHA:	12/11/2016

CARACTERISTICAS DEL LUGAR	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Nombre de la localidad:		CORDOBA	
Altura sobre el nivel del mar:	m	426	*VER ANEXO 1*
Zona bioambiental: (x)		3	*Ingresar 1,2,3,4,5, ó 6*
Tipo de cerramiento:		T	MURO = M - TECHO = T
Temperatura interior de diseño invierno: (x)	°C	18	*VER TMEDIS*
Temperatura exterior de diseño invierno: (x)	°C	-4,5	*VER PLANILLA TMEDIS*
Humedad relativa interior de diseño :	%	62	
Humedad relativa exterior de diseño:	%	67	*VALOR PRESCRIPTO POR NORMAS*
Presión de vapor interior:	kPa	1,35	
Presión de vapor exterior:	kPa	0,30	

CARACTERISTICAS DEL CERRAMIENTO	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Características del cerramiento	Muro doble con aislación, revocado ambas caras		
Resistencia de cámara de aire invierno:	m^2.K/W	0,17	*VER PLANILLA RECA*
Resistencia superficial interior invierno:	m^2.K/W	0,13	*VER PLANILLA RECA*
Resistencia superficial exterior invierno:	m^2.K/W	0,04	*VER PLANILLA RECA*
Coeficiente absorción (color) sup.exterior:		0,78	*VER PLANILLA COLOR*
Resistencia de cámara de aire verano:	m^2.K/W	0,17	*VER PLANILLA RECA*
Resistencia superficial interior verano:	m^2.K/W	0,13	*VER PLANILLA RECA*
Resistencia superficial exterior verano:	m^2.K/W	0,04	*VER PLANILLA RECA*

Tabla 1: Datos considerados en el cálculo

La Tabla 2 muestra en detalle el cálculo de la transmitancia con todos los valores considerados. En dicha tabla se mencionan todas los materiales que componen las capas comenzando por el interior, es decir el R.S.I (resistencia superficial interior) hasta el exterior R.S.E. (resistencia superficial exterior). En las columnas en color amarillo se destacan los datos de la Norma obtenidos de las planillas específicas (conductividad, permeabilidad y permeancia).

Existen dos capas de aislación. La primera, de 0,04 m de espesor, se encuentra entre las alfajías en sentido de la pendiente de la techumbre. La segunda, de 0,025 m, se enmarca con las clavaderas en sentido opuesto. De este modo las alfajías se encuentran aisladas casi en su totalidad salvo en los encuentros de ambas estructuras de madera, minimizando el puente térmico.

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE
DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD
EN CASO DE CAMARAS DE AIRE

VERIFICA K	SI/NO	VERIFICA QUE NO CONDENSA	
MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.
RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.
ECOLOGICO	NO VERIFICA		

Nº Elem.	CAPAS	Espe-sor m	Conduc-tividad W/m.K	Resist. térmica $m^2.K/W$	Peso Espec. Kg/m^3	Peso Unit. Kg/m^2	Permea-bilidad g/m.h.KPa	Per-meancia $g/m^2.h.kPa$	Resist. vapor tot. $m^2.h.kPa/g$	Presión vapor kN/m^2	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1,35	18,00	
	R.S.I.		CONDUC	0,130			PERM	PERM				
										1,35	16,64	10,68
1	terciado de madera	0,0060	0,110	0,055	600	3,6	0,001		6,67			
										0,74	16,06	1,70
2	wichi roof	0,0025	0,140	0,018	600	1,5	0,060		0,04			
										0,73	15,88	1,62
3	EPS p. expanido entre alfagías	0,0400	0,035	1,143	25	1,0	0,015		2,67			
										0,49	3,89	-3,56
4	EPS p. expanido entre clavaderas	0,0250	0,035	0,714	25	0,6	0,015		1,67			
										0,34	-3,60	-7,37
5	Teja de caucho	0,0150	0,330	0,045			0,040		0,38			
										0,30	-4,08	-8,30
6										#N/A	#N/A	#N/A
7										#N/A	#N/A	#N/A
8										#N/A	#N/A	#N/A
9										#N/A	#N/A	#N/A
10										#N/A	#N/A	#N/A
11												
										0,30	-4,50	
	R.S.E.			0,040								
	AIRE EXTERIOR									0,30	-4,50	
				Res.Ter.Tot.	K=1/Rt	Peso Total			Resis.paso vapor tot.			
	Espesor Total:	0,089		2,145	0,466	6,73			11,417			

Tabla 2: Cálculo de Transmitancia térmica de complejo de techumbre.
** Subcobertura hidrófuga y reguladora de Vapor (VCL)-WICHI TEC.*

Como se observa en la tabla 3 la techumbre propuesta verifica, no solo el Nivel C (obligatorio) sino también el Nivel B, recomendado por la norma. Los beneficios más relevantes se detallan en las conclusiones finales. El K (coeficiente de transmitancia térmica) que se calcula es un único valor.

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0,47	0,47		
K mínimo C	0,76	1,00	0,76	**SI VERIFICA**
K recomendado B	0,48	0,72	0,48	**SI VERIFICA**
K ecológico A	0,19	0,28	0,19	**NO VERIFICA**

Tabla 3: Verificación de la Transmitancia térmica (Según Norma IRAM 11605/96).

VERIFICACIÓN DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL E INTERSTICIAL

Se verificó del riesgo de condensación superficial (Tabla 4.9) e intersticial (Tabla 4.10) de acuerdo a lo establecido en la Norma IRAM Nro. 11603 (versión año 2012) y en la Norma IRAM Nro. 11625 (versión año 2000). Se incluye todo el cálculo además de sus resultados y el gradiente térmico.

CONDICIONES SUP. INT.		UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior		kPa	1,35	
Presión de vapor exterior		kPa	0,30	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)		ºC	22,50	
Resistencia superficial interior		$m^2.K/W$	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.		ºC	1,75	
Temperatura de la superficie interna		ºC	16,25	
Temperatura de rocío sup. int.		ºC	10,68	**NO CONDENSA**

Tabla 4: Verificación a la condensación superficial

La tabla 4 demuestra que la tecnología propuesta no presenta condensación superficial. Cabe destacar la importante amplitud térmica del día a la que está sometida la techumbre (22,5 ºC) según los nuevos valores de la Norma IRAM Nro. 11603 (versión año 2012).

VERIFICACIÓN A LA CONDENSACIÓN INTERSTICIAL

Por su parte, en esta tabla se detalla las temperaturas de cada capa del elemento constructivo considerando las resistencias superficiales en cada una de ellas y la temperatura real resultante. Si bien el valor obtenido de diferencia de temperatura es alto (22,50°C), esto indicaría la posible existencia de condensación. Aunque normalmente hay condensación intersticial en los sistemas constructivos tradicionales.

TEMP.DE CADA CAPA		DIF.TEMP	R.S.(n)	R.S.Tot.	Temp.Real
T INT	18,00				18,00
1° CARA	18,00				18,00
T 1	18,00		0,130		16,64
T 2	16,64		0,055		16,06
T 3	16,06		0,018		15,88
T 4	15,88		1,143		3,89
T 5	3,89		0,714		-3,60
T 6	-3,60		0,045		-4,08
T 7	#N/A	22,50	0,000	2,145	#N/A
T 8	#N/A		0,000		#N/A
T 9	#N/A		0,000		#N/A
T 10	#N/A		0,000		#N/A
T 11	#N/A		0,000		#N/A
ULT.CARA	-4,08		0,040		-4,50
T EXT	-4,50				-4,50

Tabla 5: Detalle de las temperaturas por cada capa del elemento constructivo.

Como se muestra en las Tablas 4 y 5 la techumbre propuesta no presenta condensación entre capas. Si en el gráfico existiesen cruces, ahí si se presentaría la condensación.

PRES.VAP. CADA CAPA		DIF.P.V.	R.Vap(n)	R.VapTot	Pres.Vap.	TemRoc.
P INT	1,35				1,35	
1° CARA	1,35				1,35	10,68
P 1	1,35				1,35	10,68
P 2	1,35		6,667		0,74	1,70
P 3	0,74		0,042		0,73	1,62
P 4	0,73		2,667		0,49	-3,56
P 5	0,49		1,667		0,34	-7,37
P 6	0,34		0,375		0,30	-8,30
P 7	#N/A	1,05	0,000	11,417	#N/A	#N/A
P 8	#N/A		0,000		#N/A	#N/A
P 9	#N/A		0,000		#N/A	#N/A
P 10	#N/A		0,000		#N/A	#N/A
P 11	#N/A		0,000		#N/A	#N/A
ULT.CARA	0,30				0,30	
P EXT	0,30				0,30	

Tabla 6: Detalle de la presión de vapor y las temperaturas de rocío en cada capa

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	18,00		
terciado de madera	16,64	10,68	NO CONDENSA
wichi roof	16,06	1,70	NO CONDENSA
EPS p. expanido entre alfagías	15,88	1,62	NO CONDENSA
EPS p. expanido entre clavaderas	3,89	-3,56	NO CONDENSA
Teja de caucho	-3,60	-7,37	NO CONDENSA
0	-4,08	-8,30	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie esxterior	-4,50	#N/A	#N/A
Aire exterior	-4,50		

Tabla 7: Verificación de la condensación intersticial.

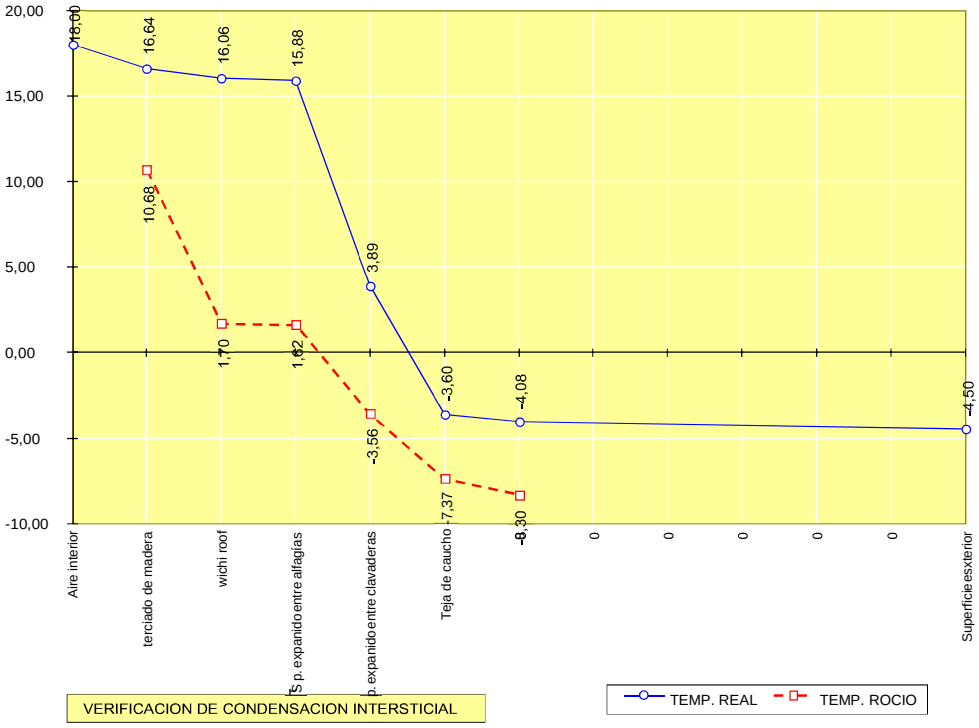

Figura 8: Verificación gráfica de la condensación intersticial

CONCLUSIONES

El componente constructivo desarrollado presenta ciertas ventajas con respecto a otros tradicionales (teja cerámica y de hormigón): menor densidad, mayor resistencia al impacto duro, menor permeabilidad al aire y menor absorción de agua, mayor resistencia a la flexión y menor conductividad térmica. El tamaño de la teja producto de esta investigación presenta una similitud con la teja francesa cerámica, por lo cual, el sistema es totalmente adaptable.

Con respecto al desempeño higrotérmico, la tecnología desarrollada cumple niveles B y C en las dos estaciones e incluso en verano con color. El valor del K calculado ha resultado inferior al máximo establecido para invierno y verano en la Norma IRAM Nro. 11605 (versión año 1996) para el nivel C. También ha resultado inferior al máximo establecido para invierno y verano para el nivel B, por lo

cual verifica la Norma. De este modo se cumple con los requerimientos para el CAT en la Subzona bioclimática IIIa. Para invierno, en base a la Norma anteriormente citada, Tabla 1 Valores de Kadmmax para condición de invierno, la tecnología de techumbre de tejas con material reciclado cumple el Nivel C y el Nivel B en todas las localidades del país que presentan como temperatura de diseño exterior invierno entre 0ºC y– 15ºC. Para verano (Tabla 3 de la misma Norma) cumple el Nivel C en todas las zonas bioclimáticas del País. También cumple con el Nivel B para todas las zonas, salvo la I y II por solo 2 centésimas (K calculado = 0,47; K admisible verano B= 0,45). Esto se podría solucionar adicionando solo 3 mm a la aislación, lo cual es posible reformulando la altura de la estructura de madera.

De este modo el alcance de aplicación se extiende a casi todo territorio argentino con las connotaciones ecológicas y de ahorro energético que ello implica. Se deduce entonces, que la cubierta con tejas de materiales reciclados es eficiente desde el punto de vista de la aislación térmica.

NOMENCLATURA

Δt: diferencia de temperatura interior – exterior. λ : conductividad térmica.
CEVE: Centro Experimental de la Vivienda Económica
CINTEMAC: Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Materiales y Calidad INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IRAM: Instituto Argentino de Normalización K: Coeficiente de transmitancia térmica
P.E.: Polietileno P.P.: Polipropileno
PEBD: Polietileno de baja densidad R.s: Resistencia superficial
UTN: Universidad Tecnológica Nacional. TED: Temperatura exterior de diseño

REFERENCIAS

Azqueta, P. (2014). Manual práctico del EPS Poliestireno expandido, Aislamiento térmico en la Construcción de acuerdo a la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires y su Decreto Reglamentario 1030 de la Asoc. Argentina de Poliestireno Expandido (AAPE). (Primera edición). Buenos Aires.

Gonzalo G., Ledesma V, Nota V., Martínez C., Quiñones G., y Márquez Vega G. Conference paper: Metodología para el diseño bioclimático. Sustento informático para elección de pautas y estrategias. Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Tucumán. Noviembre de 2005.

Gonzalo G.E. 1989 Soporte lógico para el cálculo de propiedades termofísicas de elementos constructivos: Retardo-Amortiguamiento y CTT. FAU-UNT, Tucumán.

INTI. “Argentina comienza a reciclar neumáticos fuera de uso”. Noticiero Tecnológico Semanal Nº 218. Publicación digital del 26 de julio de 2010.

Norma IRAM 11601 (2002) Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11603 (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Acondicionamiento térmico. Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11559 (1995).Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Acondicionamiento térmico. Determinación de la resistencia térmica y propiedades conexas en régimen estacionario. Método de la placa caliente con guarda.

Norma IRAM 11605 (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Acondicionamiento térmico. Acondicionamiento Térmico de Edificios. Condiciones de Habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Buenos Aires,

Argentina.

Norma IRAM 11625 (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
Aislamiento térmico. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general. Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 11632.1 (2003) Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Tejas y accesorios de hormigón. Requisitos. Buenos Aires, Argentina.

Norma IRAM 12528.1 (2003) Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Tejas cerámicas de encastre. Parte 1: Definiciones y requisitos. Buenos Aires, Argentina.

PEISINO L., GAGGINO R., KREIKER J., SÁNCHEZ AMONO M., ARGUELLO R. Ensayo de inflamabilidad de tejas elaboradas a partir de caucho y polietileno reciclados. Revista Arquitecno.

Editorial: Red Regional de Tecnología de la Arquitectura de las Facultades de Arquitectura de Universidades Nacionales. Corrientes, Argentina. Edición digital. Disponible Online en: http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/arquitecno/archivos-pdf/arquitecno-10.pdf. Número: 10. Noviembre de 2017. Pp.: 74 a 82.

Sánchez Amono, M. Estudio de la viabilidad de aplicación de polietileno y caucho reciclados para un sistema constructivo de cubierta. Tesis de Doctorado en Ingeniería, Mención Materiales. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Junio 2018.

ABSTRACT
The concept of Sustainable Construction proposes a profound innovation in the design and production of the elements that make up the human habitat. Roofing tiles were developed on the basis of a material composed of recycled polyethylene and rubber, implementing a new manufacturing process that contributes to a proper final destination for waste and replaces raw materials of natural origin. In this work the manufacturing process of a constructive component (roofing tile) and calculations of thermal conductivity and transmittance required are presented to request the Technical Aptitude Certificate (TAC) for this construction system in the City of Cordoba (Bioambiental subarea IIIa). The CEEMA spreadsheet (Center for Energy and Environment Studies IAA.FAU.UNT) was used. The value of the calculated K (0.76 W / m.k) has been lower than the maximum established for winter and summer for level B and does not present condensation between layers, and does present surface condensation, verifying the Standard.

Keywords: sustainable construction, waste, composite material, hygrothermal performance