

ARQUISUR 2018
ROSARIO  

26
27 | SEP 2018
28

XXII Congreso Arquisur

La dimensión pública de la Arquitectura

LIBRO · DE · PONENCIAS



UNR Universidad
Nacional de Rosario

FAPyD Facultad de Arquitectura,
Planeamiento y Diseño.

arquisur 
Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas del Mercosur

ISBN 978-987-702-311-4 Universidad Nacional de Rosario, A&P Ediciones, 2018.

XXII Congreso Arquisur : la dimensión pública de la Arquitectura : libro de ponencias / María Elinor Aeberhard ... [et al.] ; contribuciones de Catalina Daffuncho ; coordinación general de Bibiana Ponzini ; Bibiana Cicutti. - 1a ed. - Rosario : UNR Editora. Editorial de la Universidad Nacional de Rosario ; Rosario : A&P Ediciones, 2018.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-702-311-4

1. Arquitectura . I. Aeberhard, María Elinor II. Daffuncho, Catalina, colab. III. Ponzini, Bibiana, coord. IV. Cicutti, Bibiana, coord.
CDD 720

ISBN 978-987-702-311-4



9 789877 023114



Dimensión pública y
sostenibilidad

María Laura Briones
Guillermo José Jacobo
tingo_briones@hotmail.com
gjjacobo@arq.unne.edu.ar
Estruct.Dos@gmail.com

Cátedra ESTRUCTURAS II-FAU-UNNE, Área de la Tecnología y la Producción, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, Chaco, Argentina

Materiales aislantes de la construcción: estudio comparativo de su aplicación sustentable en el NEA

Introducción

El clima en la región del Noreste Argentino presenta grandes oscilaciones y es muy riguroso durante las diferentes estaciones del año, con una temperatura media anual de 27°C (IRAM, 1996). Es por esto que en la actualidad los proyectos que se desarrollan en el país, y sobre todo en esta zona, se encuentran con el desafío y la dificultad de presentar un elevado nivel de confort higrotérmico (condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exteriores e interiores para el cálculo de las condensaciones intersticiales), por las características aislantes que demandarían las envolventes (JACOBO, 2001). Por otra parte, los cambios bruscos de temperatura anteriormente nombrados, provocan la dilatación de los materiales, que en muchos casos derivan en patologías constructivas como rajaduras, lo cual lleva a la permeabilidad térmica y acústica de los edificios. Esto también representa

una dificultad para los proyectistas, ya que hoy en día la contaminación acústica de las grandes urbes ha ido en aumento, y es cada vez más necesaria la utilización de materiales aislantes acústicos para alcanzar confort en los ambientes interiores. Luego de la primera crisis energética internacional, que se desato entre los años 1973 y 1974, se realizaron ciertas experiencias internacionales, a través de las cuales se comprobó que los edificios consumen energía eléctrica de modo descomunal para tornar confortables los espacios interiores, ya que las envolventes constructivas de los mismos no son suficientes para ello. Todo ello, conlleva a que hoy en día la industria de la construcción despliegue un desarrollo significativo en la innovación de materiales aislantes de diversos tipos, como ser acústicos y/o térmicos; y también nuevas soluciones constructivas para las envolventes, para aumentar su impermeabilidad ante todo tipo de factores: temperatura, humedad, viento, ruidos, etcétera.

Palabras clave

SUSTENTABILIDAD, TECNOLOGÍA, CONSTRUCCIÓN, AISLACIÓN, ENERGÍA

Objetivos generales

a) Relevar, analizar y diagnosticar las características, utilización y aplicación de los diferentes tipos de materiales aislantes existentes en el Mercado de la Construcción Regional como complemento de los elementos constructivos de los edificios.

b) Estudiar y verificar el funcionamiento higro-térmico y acústico de los edificios proponiendo recomendaciones de diseño y utilización de los materiales en cerramientos de ejemplos de la región, según las condiciones ambientales del NEA, de manera de reducir el consumo energético y aumentar la sustentabilidad tecnológica de la envolvente constructiva.

Materiales y metodos

El desarrollo de la investigación se ejecutó en dos etapas. Primeramente, en una etapa cognoscitiva, se indagó sobre los materiales aislantes térmicos y acústicos existentes en la actualidad en la región y el mercado, realizando una sistematización y tabla comparativa de los diferentes materiales y sus respectivas marcas, precios de lista y al contado, porcentaje de ventas en relación a otros materiales,

	Marcas e aislantes (terminos y acusticos)	Marcas	Características	Espesor (mm)	Presentación	Precio de lista	Precio al contado
1	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja, Espuma Simple	30	Rollos de 1 x 20 m	783,33	665,81
2	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja, Espuma Simple	2	Rollos de 1 x 20 m	187,14	159,07
3	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja, Espuma Simple	5	Rollos de 1 x 20 m	467,23	397,13
4	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja con Aluminio doble (2 caras)	20	Rollos de 1 x 20 m	1624,15	1380,33
5	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja Aluminizada	20	Rollos de 1 x 20 m	1047,15	890,13
6	Espuma de poliestireno de baja densidad de cellos cerrados	Aislamax	Bajo Teja Aluminio 200	3	Rollos de 1 x 20 m	730,91	638,28
7	Espuma de poliestireno en film aluminio	Isolant	Bajo Teja Aluminizada TR 5	5	Rollos de 1 x 20 m	807,19	681,82
8	Espuma de poliestireno en film aluminio	Isolant	Bajo Teja Aluminizada TR 10	10	Rollos de 1 x 20 m	1774,93	1511,73
9	Espuma de poliestireno en film de poliestireno	Isolant	Bajo Teja TR 10	10	Rollos de 1 x 20 m	1337,1	1121,94
10	Espuma de poliestireno en film de poliestireno	Isolant	Bajo Teja TR 2	2	Rollos de 1 x 20 m	341,54	287,11
11	Espuma de poliestireno en film de poliestireno	Isolant	Bajo Teja TR 5	5	Rollos de 1 x 20 m	795,4	669,51
12	Lana de vidrio con foil de aluminio	Pollac	Plata cubierta Hidrorepelente	30	Rollos 1,20 x 18 m	1518,41	1290,03
13	Lana de vidrio con foil de aluminio	Pollac	Plata cubierta Hidrorepelente	50	Rollos 1,20 x 18 m	1670,53	1419,93
14	Lana de vidrio con foil de aluminio	Pollac	Plata cubierta Hidrorepelente	80	Rollos 1,20 x 12 m	1630,34	1383,75
15	Poliestireno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Me gaffo v	Membrana Astaica No Crack 240 Nc	4	Rollos 1,00 x 20 m	778,13	661,41
16	Poliestireno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Me gaffo x	Membrana Astaica No Crack 240 Nc	4	Rollos 1,00 x 20 m	633,61	533,37
17	Poliestireno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Me gaffo v	Membrana Astaica No Crack 200 Nc	4	Rollos 1,00 x 10 m	541,77	460,68
18	Poliestireno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Me gaffo v	Membrana Astaica No Crack 400 Nc	4	Rollos 1,00 x 10 m	874,93	737,8
19	Poliestireno de alta densidad y revestimiento de aluminio	Me gaffo x	Membrana Astaica No Crack 400 Nc	4	Rollos 1,00 x 10 m	911,34	777,68

Tabla comparativa de materiales 1

Fig. 1 - Tabla comparativa de materiales en venta en los corralones de la región NEA

	Coefficiente de transmitancia Térmica (W/m.K)	Coefficiente de aislación acústica	Absorción acústica	Resistencia térmica (m2.K/W)	% de venta en relación a otros materiales	Demandas/ Usuarios	Mas vendido/ menos vendido
1	0,035				5%	Según el corralon, las ventas son principalmente a empresas o a privados, 50% y 50%	
2	0,035						
3	0,035						
4	0,045			2,77			
5	0,035			1,26			
6	0,035			1,1			
7		19 dbA		0,55 (Invierno) 0,96 (Verano)			
8		19 dbA		0,66 (Invierno) 1,07 (Verano)			
9			(no posee esta cualidad)	Varrera de vapor			
10			(no posee esta cualidad)	Varrera de vapor			
11			(no posee esta cualidad)	Varrera de vapor			
12			(no posee esta cualidad)				
13			entre 100 y 5000 Hz	1,2			
14			entre 100 y 5000 Hz	1,9			
15			(no posee esta cualidad)				
16			(no posee esta cualidad)				
17			(no posee esta cualidad)				
18			(no posee esta cualidad)				
19			(no posee esta cualidad)				

Fig. 2 - Tabla comparativa de materiales en venta en los corralones de la región NEA

Transmitancias térmicas máximas admisibles de muros para verano, W / m²K		
Zona Bioambiental	I y II	
Nivel A: recomendado	0,45 (+20%=0,54)	Estos valores corresponden a elementos de cerramiento cuya superficie exterior presenta un coeficiente de absorción de la radiación solar de 0,7 +/- 0,1. Para coeficientes menores que 0,6 se deben incrementar los valores de K máx. adm. en un 20%. Para coeficientes mayores que 0,8 se deben disminuir los valores de K máx. adm. en un 15%.
Nivel B: medio	1,1 (+20%=1,32)	
Nivel C: mínimo	1,8 (+20%=2,16)	
El comitente de la obra o autoridad de aplicación correspondiente debe establecer cuando se haga referencia a esta norma, cuál de los niveles prescriptos es el que se debe verificar.		
Transmitancias térmicas máximas admisibles de muros para invierno, W / m²K		
Zona Bioambiental	t _{ed} > ó = a 0°C	
Nivel A: recomendado	0,38	Estos valores de transmitancias térmicas máximas admisibles corresponden a localidades con una temperatura exterior de diseño (t _{ed}) mayor o igual a 0°C.
Nivel B: medio	1,00	
Nivel C: mínimo	1,85	

Fig. 3 - Transmitancias térmicas para zona bioambiental I y II

y características, como ser: espesor, presentación, coeficiente de conductividad térmica, resistencia térmica, nivel de aislación y/o absorción acústica. Este relevamiento se ejecutó a través de la visita a corralones de la ciudad de Resistencia, Chaco y entrevistas con sus respectivos empleados. En las Figuras 1 y 2, se pueden verificar los datos recogidos, y allí también se muestra el escaso porcentaje de venta de los materiales aislantes acústico y térmico, en relación a los demás materiales de construcción: tan solo un 5% del 100% total de las ventas de los corralones. También se puede comprobar en dichas tablas, que sus precios no representarían una diferencia notoria en el costo total de una

obra, por lo cual se puede establecer que la economía no es un factor determinante en la elección del uso de este tipo de materiales. Sin embargo, su aplicación en una edificación significaría un cuantioso ahorro energético (de electricidad) y por lo tanto económico a largo plazo, por el elevado nivel de resistencia térmica y/o acústica que presentan dichos materiales en mayor o menor medida, por su larga vida útil y prácticamente nulo mantenimiento, ya que en su mayoría no son atacados por insectos ni hongos. A través de este relevamiento se comprobó que este tipo de materiales son los menos solicitados en el mercado, lo cual ratifico la hipótesis de trabajo en la que se suponía “este

tema de las aislaciones no es tenido en cuenta en la construcción actual de edificios en altura en nuestra región... lo cual afecta directamente a la calidad de vida del usuario”.

Por otra parte, se estudiaron los problemas patológicos generados por la ausencia o deficiente utilización de materiales aislantes, y se detectó que el inconveniente más común se debe a la ausencia de juntas de dilatación, lo cual es un inconveniente netamente constructivo y técnico. Este problema está directamente ligado a los amplios picos de temperaturas que se presentan durante las diferentes horas del día, y a lo largo de todo el año en la zona del NEA (Noreste Argentino), ya que sin dichas juntas de dilatación las estructuras o cerramientos tienden a colapsar y provocan rajaduras que acaban siendo focos de paso de calor de un lugar hacia otro, es decir puentes térmicos, que atentan contra la eficiencia energética del edificio y sus estanqueidad acústica y térmica. Así mismo, la acústica en las edificaciones, y sobre todo en edificios en altura, es fundamental, ya que los departamentos residenciales y/u oficinas se encuentran en su mayoría contiguos unos con otros en forma horizontal y/o vertical; por lo cual, la ausencia de materiales aislantes acústicos, atenta contra la privacidad sonora.

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA GOBI PETTEL				
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DE MURO DE CERRAMIENTO EXTERIOR, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)				
Elemento	Mampostera portante y de cerramiento.			
Orientación	N. S. E y O			
Época del año	1) VERANO 2) INVIERNO			
Sentido flujo de calor	horizontal			
Capas Constitutivas	espesor "e" (m)	coeficiente de conductividad térmica "λ" (W / m°C)	resistencia térmica "e / λ" (m²C / W)	
Rse (1 / oñ)	-	-	0,04	
1	0,005	1,16	0,004310345	
2	0,02	1,16	0,017241379	
3	0,007	1,4	0,005	
4	0,3	0,81	0,37037037	
5	0,02	1,16	0,017241379	
6	0,005	1,16	0,004310345	
Rsi (1 / oñ)	-	-	0,13	
TOTAL	0,032		0,589473819	
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =	1,699310944		W/m²C	1) VERANO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	1,8 (+20 % = 2,16)		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96	
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =	1,699310944		W/m²C	2) INVIERNO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	> 1,85		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "C" DEFINIDO EN IRAM 11605/96	

Fig. 4 – Calculo de transmitancia térmica de muro de cerramiento exterior de Vivienda Gobi Pettel

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE VIVIENDA GOBI PETTEL				
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DE CUBIERTA DISEÑADO, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)				
Elemento	Cubierta de chapa trapezoidal con atico ventilado + cielorraso suspendido de placas de roca de yeso			
Orientación	N. S. E y O			
Época del año	1) VERANO 2) INVIERNO			
Sentido flujo de calor	Vertical			
Capas Constitutivas	espesor "e" (m)	coeficiente de conductividad térmica "λ" (W / m°C)	resistencia térmica "e / λ" (m²C / W)	
Rse (1 / oñ)	-	-	0,04	
1	0,0005	0,16	0,003125	
2	0,025	0,022	1,136363636	
3	0,93	-	0,21	
4	0,0125	0,37	0,033783784	
Rsi (1 / oñ)	-	-	0,13	
TOTAL	0,968		1,55327242	
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =	0,64380207		W/m²C	1) VERANO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	0,47 (+0,54 / 0,45 +20% por coef. de aisl. oñ = 0,60)		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "B" DEFINIDO EN IRAM 11605/96	
Transmitancia térmica del componente (K de diseño) = 1/R =	0,64380207		W/m²C	2) INVIERNO
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	0,47 > 0,38		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "B" DEFINIDO EN IRAM 11605/96	

Fig. 5 – Calculo de transmitancia térmica de cubierta de Vivienda Gobi Pettel

Funcion del local	Nivel de ruido de fondo (funcion del local) (db)	Margen de tolerancia (db)	Nivel de tolerancia (db)
1 - Estar	45	10	35
2 - Dormitorio	35	10	25

Fig. 6 – Calculo de aislación acústica Vivienda Gobi Pettel

	Según tabla	Nivel de ruido (que viene de afuera del local) (db)	Nivel de tolerancia (db)	Aislacion necesaria (db)
1 - Divisorio exterior	Calle con muy poco transito en zona residencial	40	35	5
1 - Divisorio interno	Cocina comedor	49	35	14
2 - Divisorio exterior	Calle con muy poco transito en zona residencial	40	35	5
2 - Divisorio interno	Estar	45	25	20
2 - Divisorio interno	Baño	49	25	24

Fig. 7 – Calculo de aislación acústica Vivienda Gobi Pettel

De igual forma, se recolecto información sobre materiales aislantes con características acústicas y térmicas, fabricados y utilizados en otros países y ciudades, que no están en venta y tampoco presentan demandas por parte de los usuarios hoy en día en nuestra región. Esto confirmó que en nuestro país y más puntualmente en el NEA, aún no se indago lo suficiente, no se conoce y no existe gran demanda respecto a este tipo de materiales y soluciones constructivas.

Paralela y paulatinamente, se realizó la recopilación, lectura y análisis de la normativa existente a nivel nacional (República Argentina) y local (Ciudad de Resistencia, Chaco); también datos de diversas fuentes como libros y revistas en la biblioteca de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, publicaciones de internet; y antecedentes, como ser trabajos de investigación realizados por otros becarios, y el director y co-director de beca, Jacobo Guillermo y Alias Herminia María; entre otros. A partir de este análisis y su comparación con las exigencias que imponen otros países como Alemania, en lo que respecta a la eficiencia de las viviendas en cuanto a aislación térmica, se determinó que Argentina aun cuenta con niveles mínimos de exigencias (Figura 3) en estos términos que, por la zona bioambiental en la que se encuentra gran parte del país (zona Norte, y más precisamente el Noreste), deberían

Divisorios homogéneos					
Divisorio	Material del divisorio	Peso específico del material (kg/m ³)	Espesor del divisorio (m)	Peso superficial (kg/m ²)	Aislación acústica del divisorio - decibeles (db)
Exterior	Ladrillo comun	1600	0,3	480	49
Interno	Ladrillo ceramico hueco	1300	0,18	234	45
La Aislación Acústica interior y exterior es adecuada					

Fig. 8 - Cálculo de aislación acústica Vivienda Gobi Pettel

ser primordiales y más rigurosos por las extremas temperaturas que se desarrollan en las diferentes estaciones del año (Balangero, C. N. et. al., 2006; Municipalidad Resistencia, 1989; Alías y Jacobo, 2004; Jacobo y Alías, 2011).

Continuando con la investigación, en la segunda etapa, la operativa, se analizaron 7 edificios en la Zona del NEA, para realizar el estudio de los casos actuales de obras construidas y en proceso de construcción, abarcando no solo edificios de la ciudad de Resistencia, sino también de Rosario, Santa Fe; y Monte Caseros, Corrientes. De esta manera, se realizaron los cálculos de aislación térmica según Norma IRAM 11605/96, y los cálculos de

aislación acústica por medio de Ley de Masa.

De esta manera, se estudió el edificio Escuela N°73, ya construido en la ciudad de Resistencia, proyecto a cargo del arquitecto Carlos Roses, que arrojó como resultado que tanto los cerramientos verticales (mampostería de ladrillos comunes de 30 cm de espesor) como los horizontales (cubierta de chapa galvanizada trapezoidal) cumplen tan solo con el nivel "C" mínimo definido por Norma IRAM 11605/96. El mismo nivel, aunque con cerramientos verticales de mampostería de diferente material (ladrillos cerámicos huecos de 18 cm de espesor), fue el resultado de los cálculos del Edificio APY-MEC, ubicado en la misma ciudad, proyecto a cargo

del arquitecto Mahave Alberto. Ambos edificios cumplen con la aislación acústica mínima necesaria para los divisorios internos. En cambio, en sus divisorios externos, la última obra presenta una solución insuficiente en lo que respecta a aislación acústica.

Los 3 edificios analizados en la ciudad de Rosario, Santa Fe, corresponden todos de la misma empresa: ALTEA Arquitectura - Arq. Luis Luciani. Dichas obras, Edificio Avellaneda, Edificio Dorrego 11, y Edificio Rivadavia y Balcarce, también alcanzaron el Nivel "C" mínimo establecido por Norma IRAM 11605/96, para aislación térmica; excepto en uno de los cerramientos verticales de composición heterogénea (tabique de hormigón, más tabique de ladrillo cerámico hueco de 8 cm de espesor cada uno) del edificio Dorrego 11, el cual no alcanza ni siquiera el nivel mínimo "C" de aislación térmica. De la misma forma, todos los edificios nombrados poseen una aislación acústica adecuada tanto para divisorios interiores como exteriores, excepto el edificio Rivadavia y Balcarce cuyo cerramiento exterior posee aislación acústica insuficiente. Así mismo, la vivienda ubicada en la ciudad de Monte Caseros, Corrientes, proyectada por el Maestro Mayor de Obras Lucas Rodenas, también cumple con el Nivel "C" mínimo en aislación térmica de muros (Figura 4), Nivel "B" medio en aislación térmica de cubierta

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TORRE HARMONY			
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DE MURO DE CERRAMIENTO EXTERIOR DISEÑADO, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)			
Elemento			
panel de madera tipo sandwich, de simple cerramiento			
Orientación	<p>N, S, E y O</p>		
Época del año	<p>1) VERANO 2) INVIERNO</p>		
Sentido flujo de calor	<p>horizontal</p>		
Capas Constitutivas	espesor "e" (m)	coeficiente de conductividad térmica "λ" (W / m²C) de tabla	resistencia térmica "e / λ" (m²C / W) de tabla
Rse (1 / αe)	-	-	0,04
1	0,3	1,63	0,18404908
2	0,05	-	1,2
3	0,013	0,44	0,029545455
Rsi (1 / αi)	-	-	0,13
TOTAL	0,363		1,583594534
Transmitancia térmica del componente (K de día/año) = 1/R =	0,631474774		W/m²C
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	0,47 < 0,54 (0,45 + 20% por coef. absorción < 0,0)		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "B" DEFINIDO EN IRAM 11605/96
Transmitancia térmica del componente (K de día/año) = 1/R =	0,631474774		W/m²C
Transmitancia térmica de acuerdo con norma IRAM 11605/96: Se desea verificar el nivel A.	0,47 > 0,38		NO CUMPLE CON EL NIVEL "A" - SI CUMPLE CON EL NIVEL "B" DEFINIDO EN IRAM 11605/96

Fig. 9 – Cálculo de transmitancia térmica de muro de cerramiento exterior de Torre Harmony

SISTEMA CONSTRUCTIVO DE TORRE HARMONY			
CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA K DEL PUENTE TÉRMICO DE MURO DE CERRAMIENTO EXTERIOR DISEÑADO, SEGÚN NORMAS IRAM 11601/96 Y 11605/96 (zona bioambiental I Y II)			
Elemento			
panel de madera tipo sandwich, de simple cerramiento			
Orientación	<p>N, S, E y O</p>		
Época del año	<p>verano</p>		
Sentido flujo de calor	<p>horizontal</p>		
Capas Constitutivas	espesor "e" (m)	coeficiente de conductividad térmica "λ" (W / m²C) de tabla	resistencia térmica "e / λ" (m²C / W) de tabla
Rse (1 / αe)	-	-	0,04
1	0,3	1,63	0,18404908
2	0,005	0,035	0,142857143
3	0,0125	58	0,000215517
4	0,013	0,44	0,029545455
Rsi (1 / αi)	-	-	0,13
TOTAL	0,3305		0,526667194
Transmitancia térmica del puente térmico (Kpt) = 1/R =	1,898732275		W/m²C
La transmitancia térmica correspondiente a un puente térmico (Kpt) no debe ser mayor que el 50% del valor de la transmitancia térmica del muro opaco (Kmo), ó sea:			
Kpt	< ó igual 1,5	1,898732275	W/m²C
Kmo		0,631474774	W/m²C
			= 3,006822052 > 1,5
			NO VERIFICA
EL DISEÑO DEL PANEL NO RESULTA APTO POR NO CUMPLIR CON NORMA IRAM 11605/96 EN LO REFERENTE A TRANSMITANCIA TÉRMICA DE PUENTES TÉRMICOS.			

Fig. 10 – Cálculo de transmitancia térmica de puente térmico de muro de cerramiento exterior de Torre Harmony

(Figura 5); y aislación acústica suficiente en divisorios exteriores e interiores (Figuras 6, 7 y 8).

Por otra parte, se realizaron visitas a una obra en construcción, el Edificio Torre Harmony, en la ciudad de Resistencia, Chaco, con el acompañamiento y entrevista del Arquitecto Estévez Pablo quien está a cargo de la dirección técnica de la misma. De esta forma, y a través de la documentación técnica recaudada, se realizó el cálculo de resistencia térmica y aislación acústica del mismo, por medio del cual se verificó que el cerramiento vertical cumple con la aislación acústica adecuada para divisorios internos y externos; y también verifica los parámetros de habitabilidad requeridos en cuestiones térmicas en la parte opaca del muro, alcanzando el nivel “B” medio (Figura 9). Sin embargo, en el cálculo de aislación térmica del puente térmico del cerramiento vertical, no cumple con los parámetros necesarios respecto a la Zona bioambiental I y II, según lo requerido por Norma IRAM 11605/96 para puentes térmicos (Figura 10). Esto demostró que estamos en presencia de una obra en construcción con soluciones deficientes en lo que respecta a la aislación térmica. Es relevante observar que en dicha obra si se están utilizando materiales aislantes acústicos y térmicos, y sin embargo el resultado de los cálculos fue ineficiente. Esto demostró que, si bien en la actualidad existen pro-

yectos en los que comienza a tomar importancia la estanqueidad acústica y térmica de los espacios, el mero uso de los materiales aislantes no es garantía de su eficiencia en la obra; ya que es necesario tener en cuenta no solo su espesor y correcta ubicación, sino también su fijación o estructura de soporte, puesto que en la mayoría de las resoluciones constructivas, éstas representan los puentes térmicos que acaban volviendo ineficiente el cerramiento o envolvente.

Los resultados que arrojó la investigación, demuestran la falta de interés y preocupación de los profesionales de la construcción de la región NEA, para resolver adecuadamente los problemas de aislación térmica y acústica de los proyectos arquitectónicos. No es casualidad que la mayoría de los proyectos arrojen como resultado el alcance mínimo del Nivel “C” establecido por la Norma IRAM 11605/96, que indica entre 1,1 y 1,8 W / m²K para verano y 1,00 y 1,85 W / m²K para invierno. Estos cálculos son consecuencia de la ausencia de materiales aislantes térmicos en la resolución de cerramientos verticales y horizontales de las obras analizadas. Lo que confirma los datos obtenidos en las entrevistas a los trabajadores de los corralones de la ciudad de Resistencia: “estos materiales son los que menor demanda y venta presentan”. Ante estos resultados negativos, se recomienda como alternativa de

solución constructiva, para las obras en que el resultado de cálculo térmico ha sido Nivel “C” mínimo, la aplicación de materiales aislantes o cámaras de aire, a través del sistema “muros multicapa”, para aumentar su resistencia térmica y alcanzar el Nivel “A” óptimo establecido por Norma IRAM. De esta manera se propone, aumentar el espesor de los cerramientos verticales, incorporando una hilera de otro mampuesto con alta resistencia térmica, como ladrillos de hormigón celular, o ladrillos comunes, e interponer entre las hileras de mampuestos un material aislante como planchas de poliestireno expandido, espuma poliuretánica expandida, o cámaras de aire; con aproximadamente 5 cm de espesor, dependiendo la situación. Otra resolución es el agregado de materiales aislantes en el interior de los locales, cubriéndolos con una estructura de placas de roca de yeso, tipo durlock. Sin embargo, para este tipo de soluciones deben hacerse estudios específicos y cálculos de puentes térmicos en las zonas de los elementos estructurales de soporte de dicha placa, para verificar su correcta disposición y funcionamiento, así como la correcta ubicación de barreras y frenos de vapor. De lo contrario, podríamos estar incurriendo en el caso del Edificio Torre Harmony, y no es lo óptimo. La principal recomendación, es no utilizar perfiles de chapa de acero zincada como estructura de soporte para este tipo de construcciones, ya que su conductividad térmica

es muy elevada; como reemplazo se recomienda utilizar una estructura de madera, como listones de pino. Específicamente, para solucionar el caso específico de la Torre Harmony, la alternativa constructiva establece reemplazar la estructura de soporte de las placas de durlock, que actualmente son perfiles de chapa de acero zincada, por listones de pino, de 3 x 4 cm de sección. Dicho listón debe estar rodeado en sus dos laterales por membrana fonac, y no solo por un extremo como lo está actualmente. Así mismo, se debe reemplazar la lana de vidrio isover de 5 cm de espesor, por una lana de vidrio Polcom de 3,8 cm de espesor.

Cabe aclarar, como indicación general, que si bien los cálculos de aislación térmica y acústica arrojaron en su mayoría buenos resultados en relación a las mamposterías de ladrillos cerámicos huecos, su uso no es recomendable, puesto que al no utilizar juntas verticales en la ejecución de los mampuestos, presenta innumerables puentes térmicos que vuelven ineficientes y permeables los cerramientos.

Conclusión

El trabajo ha alcanzado satisfactoriamente los objetivos generales y particulares planteados, y la hipótesis del trabajo se corroboró a lo largo

del desarrollo de la investigación, ya que luego de los análisis y cálculos se verificó que “es evidente como el control térmico y acústico de los edificios es el resultado no solo del estudio del comportamiento de los materiales, sino también de su correcta utilización” dentro de una construcción, ya que su mero uso no garantiza un resultado eficiente. Además, se verificó, a través de las soluciones constructivas de la mayoría de las obras analizadas, que el tema de las aislaciones térmicas y acústicas prácticamente no es tenido en cuenta en la construcción actual de edificios en nuestra región, y estos materiales son los menos demandados por los usuarios. Por ello, este trabajo pretende contribuir a la concientización de los proyectistas para que sus obras sean desarrolladas teniendo en cuenta el impacto que implican sus soluciones constructivas dentro de la ciudad, su consumo eléctrico final, y como afecta al bienestar psicofísico de las personas, que diariamente usan los espacios interiores, en la mayoría de los casos, deficientes acústica y térmicamente.

Referencias bibliográficas

Alias, H. M. y Jacobo, G. J. (2004) Situación higrotérmica, energética y ambiental de la construcción arquitectónica en la Región Nordeste de Argentina. Editado por los autores, Replica MOGLIA S.R.L.

Balangero, C. N. – Jacobo, G. J. – Alías, H. M. (2006) Estudio de materiales aislantes termoacústicos e higrotérmicos del mercado de la construcción del NEA y su utilización en el diseño tecnológico.

Celano, J. A. y Jacobo, G. José (2002) El hábitat humano en el NEA. Una perspectiva de solución desde la óptica tecnológica: uso de la madera en sistemas constructivos.

Jacobo, G. J. y Alias, H. M. (2011) Energía y tecnología de la construcción. Parte 1. EdiFau, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNNE.

Jacobo, G. J. (2004) Arquitectura del siglo XX para el siglo XXI. Primera parte. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.

Jacobo, G. J. (2004) Arquitectura del siglo XX para el siglo XXI. Segunda parte. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.

Jacobo, G. J. El confort de los espacios arquitectónicos de la región nordeste de Argentina.

Jacobo, G. J. (2003) Hábitat humano, medio ambiente y energía. Análisis de consumo energético con valor ecológico-tológico por rubro constructivo para aplicación en obras de arquitectura en el Nordeste de Argentina. Editado por el autor, Replica MOGLIA S.R.L.

Jacobo, G. J. (2006). Introducción al Balance Energético en la

Edificación Arquitectónica. Casos de Estudio.

Instituto Argentino de Normalización (1996). Norma IRAM N°11603, Acondicionamiento térmico de edificios, Clasificación bioambiental de la República Argentina.

Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda (IPDUV) (2000). Parámetros Generales. de Calidad para Viviendas de Interés Social Zona: Nordeste.

Municipalidad de la ciudad de Resistencia Provincia del Chaco (1989). Reglamento General de Construcciones.

Secretaría de Obras Públicas – Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Dirección Nacional de Políticas Habitacionales – Dirección de Tecnología e Industrialización. Documento técnico: acondicionamiento higrotérmico. <http://www.cnvivienda.org.ar/nuevo/archivos/4.3.pdf>