

Validation of the Theoretical Study of the Thermal Transmittance of a Wall, Built with Non-Traditional Materials Using a Test Cell

Odobez Norberto, Ing.¹, Soldatti María, Ing.², Parente Jorge, Ing.³, Moretti Antonio, Ing.⁴,
Prego Sergio, Ing.⁵

1,2,3,4,5 Centro de Energía y Ambiente, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina,
odobezn@frd.utn.edu.ar, soldattm@frd.utn.edu.ar, parentej@frd.utn.edu.ar, morettia@frd.utn.edu.ar,
, sprego@frd.utn.edu.ar

Abstract – Although we find in bibliographies and different media that constructions are being carried out using alternative and recycling materials such as glass and plastic bottles, car covers, pallets and natural elements such as straw, earth, cane, etc. There is little information in the literature that determines the thermal transmittance data U of the assemblies or the different alternatives with which they can be built with these materials. This work aims to propose a practical theoretical methodology to determine the thermal transmittance of a wooden pallet wall with plastic bottles filled with plastic and covered with adobe on both interior and exterior faces. To do this, different studies from the bibliography were consulted and analyzed on various topics involved such as the conductivity of heterogeneous materials, plastics, adobe, pallet wood, etc. Based on this information and practical tests of its components, different calculations were carried out that allowed a theoretical evaluation of the total U of the wall and compared it with the data obtained from this wall placed in an outdoor test cell. The conclusion we reached is that it was possible to achieve values that are within the order between the data obtained theoretically and practically and the measurements carried out, yielding general values of the thermal transmittance of this type of construction between $0.514 - 0.684\text{W/m}^2\text{K}$ and $0.438 - 0.468\text{W/m}^2\text{K}$ respectively.

Keywords: Bioconstruction, Transmittance, Recycling, Efficiency, Materials

Validación del Estudio Teórico de la Transmitancia Térmica de Muro, Construido con Materiales No Tradicionales, Mediante una Celda de Ensayo al Exterior

Odobez Norberto, Ing.¹, Soldatti María, Ing.², Parente Jorge, Ing.³, Moretti Antonio, Ing.⁴,
y Prego Sergio, Ing.⁵

1,2,3,4,5 Centro de Energía y Ambiente, Facultad Regional Delta, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina,
odobezn@frd.utn.edu.ar, soldattm@frd.utn.edu.ar, parentej@frd.utn.edu.ar, morettia@frd.utn.edu.ar,
, sprego@frd.utn.edu.ar

Resumen – Si bien encontramos en bibliografías y diferentes medios de comunicación, que se están realizando construcciones utilizando materiales alternativos y de reciclaje como son botellas de vidrio y plástico, cubiertas de automóviles, pallets y elementos naturales como paja, tierra, caña, etc. Se encuentran poca información en la literatura que determinan los datos de la transmitancia térmica U de los conjuntos o de las diferentes alternativas con que se puede construir con estos materiales. Este trabajo tiene como objetivo dejar planteada una metodología teórica práctica para determinar la transmitancia térmica de una pared de pallet de madera con botellas plásticas rellenas de plástico y recubierta con adobe en ambas caras interior y exterior.

Para ello, se consultaron y analizaron diferentes estudios de la bibliografía en varias temáticas involucradas como la conductividad de los materiales heterogéneos, de los plásticos, el adobe, la madera de pallet, etc.

A partir de esta información y de ensayos prácticos de sus componentes, se realizaron diferentes cálculos que permitieron hacer una evaluación teórica del U total de la pared y compáralo con los datos obtenidos de esta pared colocada en una celda de prueba al exterior.

La conclusión a la que arribamos es que se pudo lograr valores que están dentro del orden entre los datos obtenidos de forma teórico-práctica y las mediciones realizadas, arrojando valores generales de la transmitancia térmica de este tipo de construcción entre $0.514 - 0.684 \text{ W/m}^2\text{K}$ y $0.438 - 0.468 \text{ W/m}^2\text{K}$ respectivamente.

Palabras Claves -- Bioconstrucción, Transmitancia, Reciclado, Eficiencia, Materiales

I. INTRODUCCIÓN

Algunos antecedentes que incentivaron este trabajo:

a) En relación con los componentes no tradicionales para la construcción de edificios, podemos decir que hay una tendencia a recuperar el valor de los materiales naturales como alternativa viable y competitiva para solucionar problemas actuales y responder a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, como es el caso del objetivo número 7 (Energía asequible y no contaminante)

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

y del 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) [1].

b) El sector de la construcción es el que consume el 50 % de los recursos mundiales y la generación de energía y residuos de los edificios son los encargados de emitir más CO₂ a la atmósfera” [2].

c) El sector de los edificios y de la construcción tiene la mayor participación tanto en el uso de energía como de las emisiones asociadas a la producción de energía, incluso si se excluyera el uso de energía relacionada con el transporte de los materiales de construcción a los sitios de construcción.

d) Los materiales que se pueden considerar sostenibles son aquellos que limitan el consumo de recursos, además de incorporar materias primas reutilizadas y recicladas, con la finalidad de reducir sus impactos ambientales. Uno de los aspectos más importantes a considerar es la fabricación y empleo de materiales con menor energía incorporada o embebida, con el fin de reducir las emisiones de CO₂ generadas por las prácticas de edificación.

De nada sirve construir un edificio que no consume energía, pero que fue construido con materiales de alta energía embebida, finalmente el impacto ambiental no disminuiría.

Esta premisa debe tenerse en cuenta desde la fase de diseño, garantizando además disminución en el consumo de agua, el uso de combustibles fósiles y la generación de residuos.

Seguir estos tres criterios ayudará a controlar la energía embebida total de un proyecto:

- Usar materiales locales: minimiza las necesidades de transporte y garantiza una mejor adecuación al entorno natural.

- Reducir los procesos de transporte: seleccionar medios que usen combustibles no fósiles y optimizar los procesos de transporte de material.

- Seleccionar materiales de baja energía embebida: usar materiales que hagan un uso mínimo de energía para su extracción, producción, transformación y desecho, esto disminuye la generación de emisiones a la atmósfera.

Teniendo en cuenta estos y otros antecedentes es que se realizó este trabajo, específicamente con pallets, botellas de plástico y adobe.

Tipo de construcción

La construcción se realizó partiendo de un pallet con las siguientes dimensiones 112cm de ancho por 140cm de alto, y formato como se muestra en la figura 1.



Fig.1 Foto de la pared instalada en la celda de prueba.

Se formó la pared con dos lados, en relación al peso de las botellas, uno OESTE (lado derecho), con un rango de 300 a 500 gramos y otro ESTE (lado izquierdo) entre 200 y 300 gramos. De esta manera se podía identificar la diferencia de su comportamiento al flujo de calor. En la parte central del pallet y en todo su largo se ubicó poliestireno expandido (Telgopor, PS30, densidad de 30Kg/m³, conductividad térmica nominal según el proveedor de 0,032W/mK) de 10x10cm, para separar los dos lados a evaluar.

Por otro lado, las botellas utilizadas que se muestran en la figura 1, de envases plásticos, se rellenaron con diferentes plásticos y se pesaron cada una para conocer su peso y determinar la densidad por medio de su volumen.

Luego se cargó todo el pallet en sus huecos con adobe, realizando un revoque de 2cm en la pared interior y de 7cm en la parte exterior, también con adobe.

La composición de ese adobe es: tierra, arena, paja y agua, con las proporciones siguientes: 3 partes de tierra, 1 de arena y una en volumen de paja más agua suficiente para que quede una masa plástica, mezclado y amasado. Figura 2.

Quedando una pared de un espesor total de 23cm.



Fig.2 Foto pared cubierta con adobe, sensores de temperatura, medición de radiación solar y estación meteorológica.

Condiciones climáticas del ensayo

Los datos climáticos básicos dentro de los cuales se realizó el ensayo, para los períodos: 1 - 12/10/23 al 20/11/23; 2 - 21/11/23 al 4/12/23 y 3 - 6/12/23 al 14/12/23, se muestran en la figura 3, sobre estos podemos decir:

Por un lado, no se registraron lluvias o muy leves, prácticamente no registradas; la humedad relativa va de un rango promedio entre 55% y 60%, que es la normal en esta Zona bioclimática III b en la cual se encuentra el lugar del ensayo y la temperatura ambiente se mantuvo mayormente en un rango entre 20°C y 25°C.

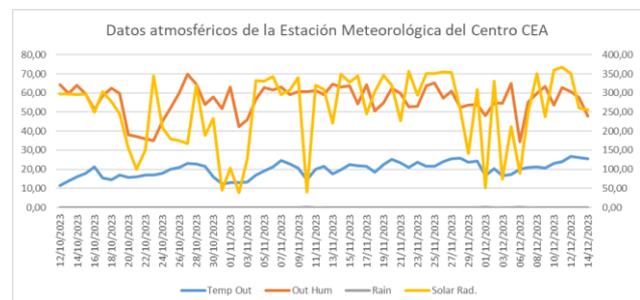


Fig.3 Datos climáticos en el lugar de ensayo

II. METODOLOGÍA

En este apartado se describe los pasos seguidos para la obtención de los valores teóricos –prácticos de los diferentes componentes del muro a estudiar.

A. Conductividad del Adobe.

Para su determinación se utilizó la metodología aplicada en el trabajo [3], donde se obtiene la conductividad en función de la densidad. A esta metodología se le agrego otros valores de conductividad en función de las densidades encontrados en otros trabajos [4], [5], [6], para lograr la ecuación final que utilizamos, que se muestra en la figura 4.

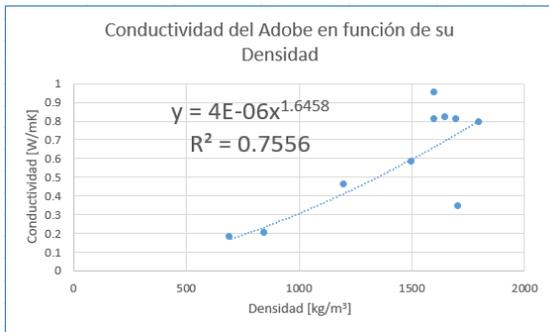


Fig. 4 Gráfica de correlación entre densidad y conductividad del adobe.

Se determinó la densidad del adobe utilizado en la pared, el dato de referencia fueron dos ladrillos realizado con las mismas técnicas y las mismas proporciones que se utilizaron para la pared y una vez secados se los peso para obtener el dato de densidad.

Se determinó su peso inicial con un aparente secado que fue de 14kg., y su volumen de 0,0126m³, se determinó la densidad de la masa de 1111kg/m³. Luego de varias mediciones y ya logrado un secado final se obtuvo un peso promedio de 13,530Kg, lo que implica una densidad de 1073,81kg/m³. Ver figura 5.



Fig. 5 Pesado de las muestras de adobe.

Utilizando la ecuación lograda mediante la curva de la figura 4 e introduciendo el valor de densidad de 1073,81kg/m³, se determinó la conductividad del adobe en: 0,389 W/mK.

B. Resistencia térmica de las botellas y características

Como se dijo anteriormente se utilizaron botellas plásticas rellenas con material plástico en su interior. Las mismas son de PET y su interior rellenas con desperdicios de plásticos de envases y bolsas en más de un 90% de Polipropileno (PP 5).

Para la determinación de su resistencia se tomó en cuenta los valores de conductividad relacionados con sus densidades. Para el Polipropileno en especial de Polipropileno Expandido (PPE) tanto de la bibliografía

como de los fabricantes [7], [8], [9]; con estos valores se confeccionó la curva que se muestra en la figura 6.

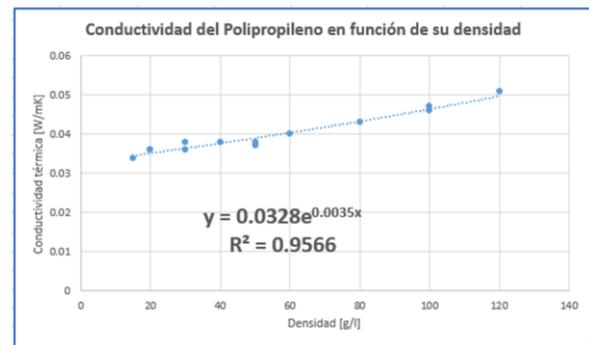


Fig. 6 Gráfica de correlación entre densidad y conductividad del PPE

A partir de esta curva y mediante la fórmula asociada a ella se determinó para cada botella, según su densidad el valor de conductividad del PP con la cual se rellenaron, asumiendo como si este fuera un PPE dado la relación masa y aire del volumen de la botella. Los valores se muestran en la figura 7.

	Peso	Peso contenido de polipropileno	Densidad	Conductividad del contenido "km"
Nro.Botella	g	g	g/l	W/mK
35	400	348	232,000	0,07388
50	190	138	92,000	0,04526
42	160	108	72,000	0,04220
53	140	88	58,667	0,04028
14	262	210	140,000	0,05354
41	326	274	182,667	0,06216
...
Pared OESTE				
Nro.Botella				
16	526	474	316,000	0,09913
11	570	518	345,333	0,10985
22	576	524	349,333	0,11140
21	554	502	334,667	0,10582
44	458	406	270,667	0,08459
40	376	324	216,000	0,06986
...

Fig. 7 Distribución de las botellas por peso y conductividad.

Luego con estos valores y teniendo en cuenta que la botella es de PET se determinó el valor final de resistencia de cada botella, por medio de la ecuación (1). Se asumió que solo hay conducción. Los valores de resistencia se muestran en la figura 8.

$$U = \frac{1}{2 \frac{Lpb}{k_b} + \frac{Lb}{km}} \quad (1)$$

Donde:

Lpb: Espesor de la botella de pet

kb: Conductividad térmica del pet

Lb: Espesor interno de la botella rellena

km: Conductividad térmica del relleno de polipropileno

Nro.Botella	Dos espesores		Espesor	U	
	de Botella	pet / botella "kb"		interno	teórico
	m	W/mK	m	W/m ² K	m ² K/W
Pared ESTE					
35	0,0006	0,15	0,09	0,8182	1,2222
50	0,0006	0,15	0,09	0,5019	1,9925
42	0,0006	0,15	0,09	0,4680	2,1367
53	0,0006	0,15	0,09	0,4467	2,2386
14	0,0006	0,15	0,09	0,5935	1,6850
41	0,0006	0,15	0,09	0,6888	1,4518
...
Pared OESTE					
16	0,0006	0,15	0,09	1,0966	0,9119
11	0,0006	0,15	0,09	1,2146	0,8233
22	0,0006	0,15	0,09	1,2316	0,8119
21	0,0006	0,15	0,09	1,1703	0,8545
44	0,0006	0,15	0,09	0,9363	1,0680
40	0,0006	0,15	0,09	0,7738	1,2924
...

Fig. 8 Resistencia de cada botella

Luego con los datos de la resistencia de cada botella de la tabla figura 8, se obtuvo el promedio de la resistencia de las botellas que compone cada ladrillo, se muestra como ejemplo el ladrillo 1, ver figura 9.

Lado	Ladrillo	# Botella	Resistencia
Este	1	3	1,6928
Este	1	54	1,7653
Este	1	51	1,7735
Este	1	48	1,8842
Este	1	7	1,3730
	promedio		1,6978
...

Fig.9 Resistencias promedio de las botellas de un ladrillo teórico.

Se realizó un experimento para corroborar de forma empírica lo obtenido en las tablas de las figuras 7 y 8, es decir finalmente la resistencia de la botella y además determinar que hay solo conducción dentro de las botellas.

Se construyó una caja caliente guardada como se muestra en la figura 10.

En este caso la fuente caliente fue una lámpara de 150W y por el lado frío, bloques de hielo encapsulados en plástico. Se colocaron a cada lado de la fuente caliente y de la fuente fría pegado a la botella sensores de flujo Hukseflux y sensores de temperatura PT100 y otros sensores por los lados para observar las posibles diferencias de dispersión del calor hacia los lados y además dos mediciones en el interior de la botella una cerca de la parte inferior y otro en la parte superior.

Primero colocando una botella vacía donde se observó la diferencia de temperatura que dan cuenta de un movimiento interior con convección, luego al hacer lo mismo con la botella rellena de PP con un peso total de 248 gramos, se observó que no hay circulación interior, lo que nos permite determinar que solo en este caso interviene la conducción.

Dado que este es un peso de referencia para el resto de las botellas utilizadas en la pared, que en su mayoría son superiores a esta, es que se infiere que, en el resto de las botellas rellenas, solo habrá conducción.

Se completará el experimento para corroborar los valores de resistencia de las botellas en sus diferentes pesos.



Fig.10 Caja caliente guardada

C. Cálculo de la transmitancia teórica de la pared

Se partió de considerar un *ladrillo teórico tipo* del pallet, como se muestra en la figura 11, resaltado en azul. Por medio del análisis de resistencias en paralelo y en serie de sus componentes se obtuvo el valor final de su transmitancia.



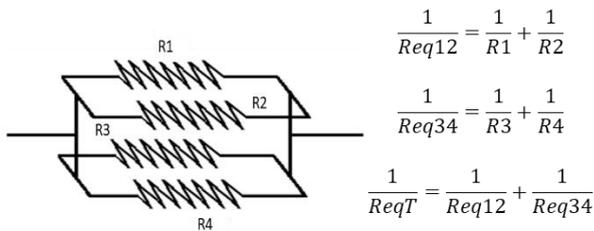
Fig.11 Figura del espacio del ladrillo y las resistencias involucradas.

Para calcular la resistencia equivalente del "Ladrillo teórico" de Serie/Paralelo, ver figura 12, se tuvieron en cuenta los valores de conductividad de los materiales intervinientes como:

Adobe se utilizó el valor de: 0,3894 W/mK.

Madera del pallet, en sus diferentes orientaciones: dirección de la veta: 0,22 W/mK y transversal a la veta: 0,14 W/mK.

Botellas Rellenas: promedio total de su resistencia, Lado Oeste (derecho): 1,064m²k/W y Lado Este (Izquierdo) 1,683m²k/W.



$$\frac{1}{Req12} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

$$\frac{1}{Req34} = \frac{1}{R3} + \frac{1}{R4}$$

$$\frac{1}{ReqT} = \frac{1}{Req12} + \frac{1}{Req34}$$

Fig.12 Resistencias en paralelo y serie de los diferentes componentes de la pared.

En la tabla de la figura 13 se muestra un ejemplo del método del cálculo de la transmitancia del "Ladrillo teórico" de la pared con sus diferentes componentes, adobe, botellas rellenas y madera del pallet. Observándose el valor final para el "Ladrillo teórico" 1, de 0,699W/m²k.

La pared se consideró formada por 7 "Ladrillos teórico".

	Material	Conductividad [W/mK]	Espesor [m]	Área [m ²]	Nominación	[K/W]
R1						
A	Tierra c/paja Rev. Ext.	0,3894	0,09	0,0023	R1A	101,593
B	Tierra c/paja	0,3894	0,015	0,0023	R1B	16,932
C	Madera vertical	0,14	0,08	0,0023	R1C	251,177
D	Tierra c/paja	0,3894	0,015	0,0023	R1D	16,932
E	Tierra c/paja Rev. Int.	0,3894	0,03	0,0023	R1E	33,864
	Espesor total		0,23		R1	420,500
R2						
A	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,09	0,0273	R2A	8,466
B	Tierra c/paja	0,3894	0,015	0,0273	R2B	1,411
C	Botella plástico rell.	0	0,08	0,0273	R2C	38,819
D	Tierra c/paja	0,3894	0,015	0,0273	R2D	1,411
E	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,03	0,0273	R2E	2,822
	Espesor total		0,23		R2	52,929
R3						
A	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,09	0,0044	R3A	52,829
B	Madera horizontal	0,22	0,015	0,0044	R3B	15,584
C	Madera vertical	0,14	0,08	0,0044	R3C	130,612
D	Madera horizontal	0,22	0,015	0,0044	R3D	15,584
E	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,03	0,0044	R3E	17,610
	Espesor total		0,23		R3	232,219
R4						
A	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,09	0,0525	R4A	4,402
B	Madera horizontal	0,22	0,015	0,0525	R4B	1,299
C	Botella plástico rell.	0	0,08	0,0525	R4C	20,186
D	Madera horizontal	0,22	0,015	0,0525	R4D	1,299
E	Tierra c/paja Rev.	0,3894	0,03	0,0525	R4E	1,467
	Espesor total		0,23		R4	28,653

Req12	47,0115	[K/W]
Req34	25,5059	[K/W]
ReqT	16,5349	[K/W]
U-Value real :	0,6996	[W/m ² K]

Fig.13 Tabla ejemplo del cálculo de la transmitancia de un "Ladrillo teórico"

Luego, tomando en cuenta los valores obtenidos de todos los "Ladrillos teóricos" del lado este y del lado oeste, como se muestran en las tablas de las figuras 14 y figura 15, respectivamente, se obtienen de esta manera los valores finales promedio para la pared lado Este: 0,514W/ m²K y para la pared lado Oeste: 0,685 W/ m²K.

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA DE LA PARED LADO ESTE							
R1-2	64,58	63,57	63,57	61,69	58,01	68,66	49,59
R3-4	34,71	34,71	34,18	33,19	33,19	36,85	46,06
RT	22,57	22,45	22,23	21,58	21,11	23,98	23,88
U Ladrillo	0,5124	0,52	0,52	0,54	0,55	0,48	0,48
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Promedio	0,51412						

Fig.14 Tabla cálculo de la transmitancia de la pared lado Este

CÁLCULO DE TRANSMITANCIA DE LA PARED LADO OESTE							
R1-2	47,01	49,32	49,32	48,68	53,61	42,16	30,45
R3-4	25,51	25,51	26,71	26,38	26,38	22,97	46,06
RT	16,53	16,81	17,33	17,11	17,68	14,87	18,33
U Ladrillo	0,6996	0,69	0,67	0,68	0,65	0,78	0,63
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
Promedio	0,68494						

Fig.15 Tabla cálculo de la transmitancia de la pared lado Oeste

III. MEDICIONES REALIZADAS EN LA CELDA DE PRUEBA

La pared en estudio se ubicó en el hueco norte la Celda de Ensayos al Exterior Delta," CEED", con que cuenta el centro CEA, cuyas dimensiones son 1,48m de alto por 1,28 m de ancho.

La Celda de Ensayos al Exterior Delta," CEED", es una celda diseñada por el centro CEA, similar a las fabricadas en serie en el proyecto PASSYS, [10] [11] concebida como un instrumento para la evaluación en exteriores de las características termofísicas de muestras a escala real de componentes para la construcción. [12] Estos ensayos debían ser capaces de caracterizar muros (el valor del coeficiente global de transmisión del calor UA) y ventanas (el valor UA más el valor de ganancia solar g) bajo condiciones reales de exposición o funcionamiento.

Se ensayó colocando sensores de flujo de calor en las caras interiores de la misma, tres de cada lado y sensores de temperatura PT100 en cada lado interior y del lado exterior. Se cuenta además con la medición exterior de la radiación solar y de los demás datos meteorológicos con una estación Davis en frente de la misma. Ver Figuras 3 y 16.

El ensayo se realizó haciendo variaciones de temperatura en el interior de la celda para provocar un desacople con el ambiente, de esa forma se tiene mediciones en diferentes condiciones de ensayo. Las mediciones se registran con un adquisidor de datos GILENT 34980A.

Los datos se registran cada 5 minutos, pero en el último tramo de mediciones de diciembre se optó por hacerlos cada un minuto para tener una señal más precisa y ver si existen registros que identifiquen alguna anomalía no registrada cada 5 minutos.

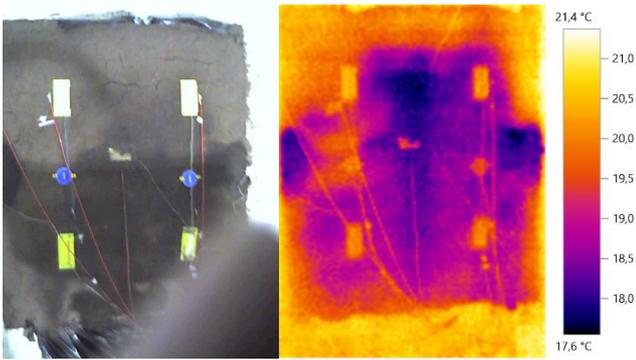


Fig.16 Sensores de flujo y temperatura en la pared del lado interior.

Se realizaron varias mediciones en diferentes periodos desde septiembre a diciembre de 2023 tratando de abarcar diferentes condiciones climáticas exteriores y las provocadas por el sistema de climatización de la celda, de tal manera de conseguir diferentes estados de flujo a través de la pared.

Los datos obtenidos de las mediciones se acondicionaron para poder obtener, por un lado, y principalmente mediante Excel una regresión lineal y por otro lado por medio de la aplicación del programa LORD [13], el valor final de la Transmitancia Térmica U de la pared en W/m²K.

Se tomaron los períodos de mediciones que van del Período 1: 12/10/23 al 20/11/23; Período 2: 21/11/23 al 4/12/23; Período 3: 6/12/23 al 14/12/23.

En las gráficas siguientes se muestran algunos de los datos procesados mediante regresión lineal y por LORD, como ejemplo, para los períodos mencionados.

Período 1

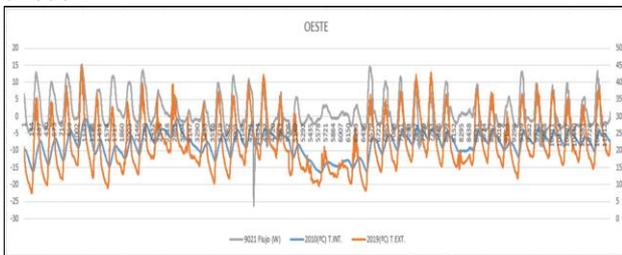


Fig. 17 Datos medidos de flujo y temperaturas exterior y exterior

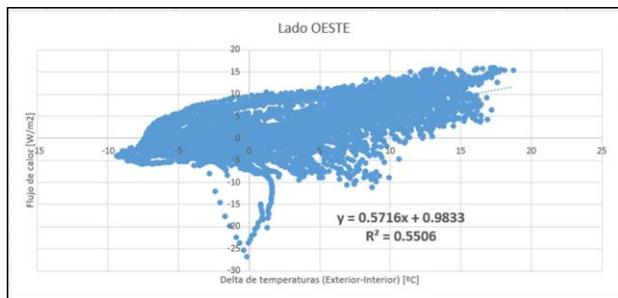


Fig. 18 Regresión lineal para lado Oeste del período 1 Flujo vs. Delta T

Período 2

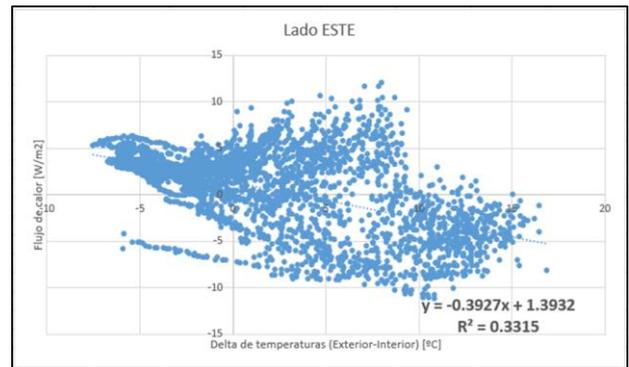


Fig. 19 Regresión lineal para lado Este del período 2, Flujo vs. Delta T

Período 3

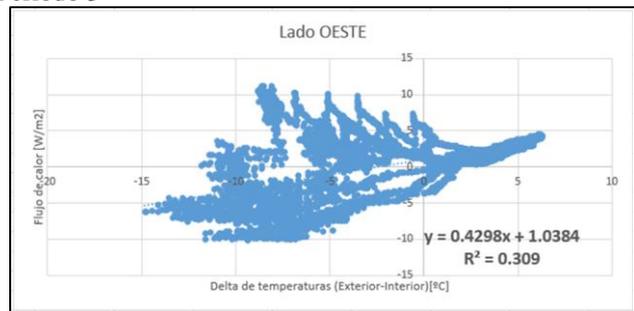


Fig. 20 Regresión lineal para lado Oeste del período 3, Flujo vs. Delta T

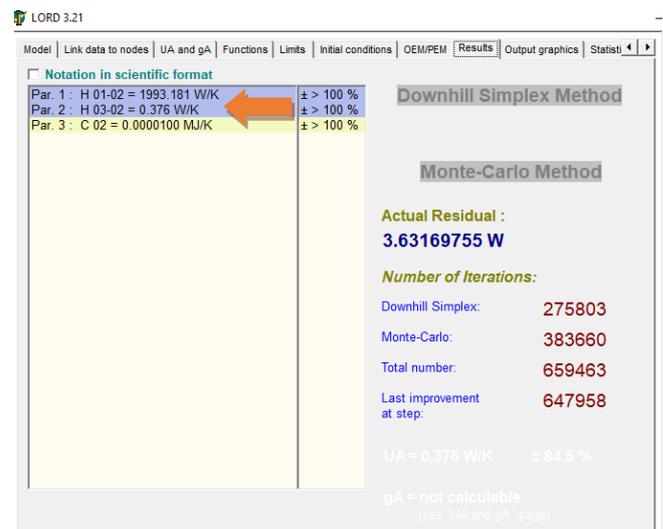


Fig.21 Salida LORD con el resultado de U para lado Oeste del período 3.

IV. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y LA COMPARACION CON LOS MEDIDOS

Valores de transmitancia térmica de la pared en [W/m ² K]				
		Por Regresión lineal		
	De	A	Lado Este	Lado Oeste
Período 1	12/10/2023	20/11/2023	0,511	0,571
Período 2	21/11/2023	04/12/2023	0,393	0,402
Período 3	06/12/2023	14/12/2023	0,409	0,43
Promedio de los tres períodos			0,438	0,468
			Lado Este	Lado Oeste
Valores obtenidos por medio del análisis teórico-práctico			0,514	0,684
Diferencia en por ciento			15%	32%

Fig.22 Valores de transmitancia térmica de la pared

Se puede observar en la tabla de la figura 22, que los datos medidos mediante la utilización de la celda de prueba y los datos obtenidos por medio del estudio teórico-práctico son similares y tienen:

- Los valores de transmitancia para el lado OESTE (derecho) son mayores que para el lado ESTE (izquierdo) esto se puede atribuir a la presencia de botellas de mayor resistencia en el lado Este.
- Los valores están ubicados entre los que corresponderían para el caso de la misma pared de 23cm, fuera todo Adobe (1,69W/m²K), todo plástico (0,76W/m²K), o toda madera (0,609W/m²K). lo cual es esperable.
- Los valores obtenidos por el cálculo teórico-práctico están en un 15% lado Este y un 31% lado Oeste por sobre los valores de las mediciones.

V. CONCLUSIONES

Se pudo lograr valores próximos entre el cálculo teórico-práctico y las mediciones realizadas.

Por el análisis de los datos y su procesamiento entendemos que algunos periodos pueden estar afectados por los cambios climáticos, principalmente la humedad dado que la pared exterior no fue impermeabilizada.

Si bien este análisis presenta mediciones de dos meses al momento de llevarse a cabo el congreso podremos tener también las mediciones realizadas durante el periodo de invierno para tener datos en todas las condiciones climáticas a la cual estaría sometida una pared de esta característica, ya que nuestra zona bioclimática tiene las cuatro estaciones climáticas, por el momento, bien definidas.

Esta continuidad del trabajo permitirá realizar los ajustes necesarios en la metodología para obtener los valores teóricos –prácticos, como así también en las mediciones

sobre la pared, colocando más sensores tanto de flujo como de temperatura y de esta forma minimizar los posibles errores y así poder ajustar de forma más precisa lo teórico y lo medido. Esperando una convergencia entre estos valores.

También se trabajará más realizando el procesamiento de los datos medidos, para obtener el valor de transmitancia, mediante el programa LORD que hasta el momento solo fue posible en un período.

REFERENCIAS

- [1] M. Aresta, "Arquitecturas Biológicas, El amor por la Forma (Philomorphus)". Buenos Aires: Diseño. 2019.
- [2] M. Clapers Vivares, 2018. "Un Nuevo Paradigma Para La Construcción Sostenible: La Economía Azul." <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/124118>.
- [3] Monroy M.M. (2006) Manual del calor.Monroy. Edición: Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria. Pag.154. ISBN: 84-690-0893-5 (Obra completa). ISBN: 84-690-0653-3 (Volumen II)
- [4] Cuitiño Rosales M. G, Rotondaro, R., Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. Revista de Arquitectura (Bogotá), 22(1). 138-151. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>
- [5] Solano García E. (2022) Materiales en la edificación. LIBROUNAM 2171878. ISBN: 978-607-30-6197-1
- [6] G.Cuitiño, A.Esteves, G.Maldonado, R.Rotondaro. Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. Informes de la Construcción. Vol. 67,537, e063, enero-marzo 2015. ISSN-L: 0020-0883.
- [7]https://plasticsrubber.basf.com/global/en/performance_polymers/products/neopolen.html
- [8] <https://knaufappliances.com/thermal-insulation/>
- [9] Typical Physical Properties. The Expanded Polypropylene HSV The particle foam engineer
- [10]Hahne E. y Pfluger R. (1996). Improvements on passys test cells" Solar Energy Vol 58 N°4-6 pp.239-246.
- [11] Leal V. Maldonado E. (2008). The role of the PASLINK test cell in the modelling and integrated simulation of innovative window. Building and Environment . Vol 43. pp. 217-227.
- [12] Baker PH. HAL van Dijk. (2008) "PASLINK and dynamic outdoor testing of building components" Building and Environment. Vol 43. pp. 143-151.
- [13] LORD Herramienta informática para el modelado y cálculo de sistemas térmicos, con el uso de datos medidos de temperatura y flujo de calor. <https://dynastee.info/data-analysis/software-tools/lord/>