

## ESTADO DEL ARTE DE LA ENVOLVENTE EDILICIA DEL SUBSECTOR SALUD EN LA MICRORREGIÓN GRAN LA PLATA

Su estudio como punto de partida para el mejoramiento de la eficiencia energética a partir del reciclado edilicio

Emilia Urtenече, Irene Martini, Dante A. Barbero, Carlos A. Discoli  
Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata (FAU – UNLP)  
Calle 47 N° 162, La Plata, CP 1900, Buenos Aires

Web: [www.iipac.unlp.edu.ar](http://www.iipac.unlp.edu.ar) Tel: +54-221-423-6587/90 int. 250 E-mail: [emiliaurtenече@iipac.laplata-conicet.gov.ar](mailto:emiliaurtenече@iipac.laplata-conicet.gov.ar), [irenemartini@iipac.laplata-conicet.gov.ar](mailto:irenemartini@iipac.laplata-conicet.gov.ar), [dantebarbero@iipac.laplata-conicet.gov.ar](mailto:dantebarbero@iipac.laplata-conicet.gov.ar), [carlosdiscoli@iipac.laplata-conicet.gov.ar](mailto:carlosdiscoli@iipac.laplata-conicet.gov.ar)

**RESUMEN:** El presente trabajo tiene por objetivo construir un estado del arte de la envolvente edilicia de los establecimientos del sistema de salud pública con internación de la Micro-región Gran La Plata, a los efectos de analizar su situación con respecto a sus condiciones higrotérmicas y la verificación del cumplimiento de las normativas vigentes. La metodología propuesta consta de tres etapas: (i) Relevamiento e identificación de las características de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio; (ii) Análisis del comportamiento higrotérmico y verificación de cumplimiento de normativas vigentes; y (iii) Construcción del estado del arte de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio, a partir de la elaboración de una base de datos que sintetice los distintos sistemas constructivos relevados y especifique su comportamiento higrotérmico, a los efectos de establecer acciones sistemáticas de reciclado de su envolvente. El conocimiento del estado de situación actual de los establecimientos del subsector salud del área de estudio se sintetizan en una biblioteca de sistemas constructivos que permite identificar potenciales situaciones de ahorro energético para, posteriormente, delinear propuestas de reciclado edilicio que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente.

**Palabras clave:** Red de salud. Eficiencia energética. Reciclado edilicio. Envolvente edilicia.

### INTRODUCCIÓN

Los edificios constituyen un escenario potencial para conseguir importantes ahorros de energía y emisiones porque representan el 40% del consumo de energía final en Argentina (Kuchen, 2018). Se estima que el 80% de la energía total que utiliza un edificio se consume durante su vida útil, mientras que el 20% restante se consume durante la extracción/fabricación de sus materiales y la ejecución de la obra. Además, los países con climas templados y cálidos suelen presentar una mayor ineficiencia energética, ya que la calidad de la construcción en general, es deficiente y aún no ha sido integrada la eficiencia energética al proceso de construcción de edificios, evidenciando un mayor potencial de ahorro (Viegas et al., 2020). Resulta fundamental entonces delinear estrategias apropiadas para el contexto nacional, que permitan en

el futuro mediano, hacer intervenciones masivas en la edificación urbana existente, tema que ya ha sido abordado con buenos resultados a nivel internacional en algunos países centrales. Por lo tanto, actuar sobre el parque edilicio permitirá modificar significativamente la matriz energética nacional (Discoli et al., 2016). Asimismo, los costos de las inversiones pueden ser rápidamente amortizados, no sólo por la reducción de los costos de energía por funcionamiento y, consecuentemente, menores tarifas, sino además por una reducción del costo inicial de equipos de climatización, debido a la menor potencia requerida para conseguir similares condiciones de confort (Azqueta, 2017).

Desde el punto de vista del consumo final de energía en el país, en el año 2018 se observa que aproximadamente el 34% corresponde a los Sectores Residencial y Comercial-Público. Dentro de este último Sector, el Comercial y Público, se incluye el subsector Salud. Dicho Subsector abarca tres tipos de sistemas de salud: la salud pública; la salud prestada a través de las Obras Sociales y la salud privada. Esto conlleva a sistemas de salud escasamente integrados entre sí y fragmentados social y geográficamente (Bitencourt & Monza, 2017). Desde el Ministerio de Salud del país, se afirma que "es un sistema complejo que tiene altos costos de transacción" (Sociedad Argentina de Cardiología, 2017). Según datos del Censo de 2010, el 36% de la población argentina no tenía cobertura médica, ni poseía seguridad social ni capacidad para pagar atención privada, motivo por el cual se atendía en hospitales y centros de salud públicos. Esto deriva en una sobre-demanda en el sistema de salud pública. Por este motivo, y por su carácter energo-intensivo, debido a su infraestructura de uso continuo y equipamiento, se considerarán los establecimientos de salud públicos con internación. Estas instalaciones hospitalarias requieren suministro energético de forma permanente para su funcionamiento durante las veinticuatro horas de todos los días del año, por lo que la energía representa un importante costo de funcionamiento (Arocas et al., 2019). Además, el parque edilicio del Subsector Salud es en general energéticamente poco eficiente, advirtiendo desequilibrios entre la necesidad de mantener niveles de habitabilidad razonables, alta operatividad y elevados presupuestos para afrontar las demandas requeridas. Se observa que las prestaciones asistenciales relacionadas a la producción de salud son evaluadas sistemáticamente mediante diversos índices tales como el número de egresos y los indicadores de internación. Sin embargo, no existe un seguimiento similar en los aspectos relacionados a la calidad edilicia, y a la eficiencia de los sistemas electromecánicos, que intervienen directamente en la calidad de los servicios prestados (Discoli, 1998). Asimismo, se advierte que los procesos de actualización llevados a cabo en los últimos años en los establecimientos del subsector Salud, en general, estuvieron centrados en nuevos requerimientos funcionales y tecnológicos, sin contemplar estrategias tendientes al mejoramiento de la eficiencia de la envolvente edilicia de las edificaciones.

Si se tiene en cuenta que los factores que generan los mayores consumos de energía en la arquitectura son los desequilibrios térmicos en el interior de la edificación, generados por las ganancias y las pérdidas de calor, hay que tomar en consideración un elemento clave: la envolvente arquitectónica, ya que, los materiales que la componen son los encargados de realizar el intercambio de calor entre el espacio interior y el entorno. De esta manera, se puede decir que del diseño de la envolvente, depende la reducción o el incremento del consumo de energía en las edificaciones (González Vásquez y Molina-Prieto, 2018). Una de las funciones más importantes de la envolvente arquitectónica es la de controlar los factores físicos que son parte del medio ambiente (calor, luz, sonido), para garantizar las condiciones de confort térmico, visual y acústico, mediante un consumo eficiente de energía (Maristany et al., 2017; Fernández y Garzón, 2020). El escenario actual en Latinoamérica impulsa la optimización de la calidad de la envolvente edilicia, ya que esta es poco eficiente e incluye pocos materiales en su composición, tanto en lo que respecta a los muros exteriores como a las cubiertas. Mediante el cumplimiento de los valores mínimos del coeficiente K de transmitancia térmica para muros exteriores y techos definidos por cada país, sería posible reducir más del 20% en consumo energético y el 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub> (Reus Netto, 2018).

En el país existen aproximadamente 5.300 establecimientos asistenciales con internación, de los cuales alrededor de 1.600 corresponden al sistema de salud pública (Ministerio de Salud de la Nación, 2019). La red edilicia de salud pública de la República Argentina está conformada por una amplia diversidad de establecimientos, jerarquizados según su nivel de complejidad (alta, media y baja) y su área de incumbencia (regional, zonal, subzonal y local). En el ámbito de la Provincia de Buenos Aires, se presenta una situación singular, dado que existe un sistema de salud de alta complejidad concentrado en el área metropolitana y disperso en el resto de la provincia. Esta red presenta una gran diversidad tipológica, tanto en complejidad sanitaria como en diversidad morfológica asociada a sus cortes históricos. Para el desarrollo de este trabajo se utilizará como área de estudio, la Micro-región Gran La Plata (GLP), que pertenece a la Región Sanitaria XI. La misma cuenta con una importante infraestructura de diversa complejidad, contenida en un área geográficamente acotada.

En función de lo expuesto, el presente trabajo tiene por objetivo construir el estado del arte de la envolvente edilicia de los establecimientos del sistema de salud pública con internación de la Micro-región GLP para posteriormente, en una etapa propositiva, delinear estrategias de intervención que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente a partir del reciclado edilicio.

## **METODOLOGÍA**

El presente trabajo plantea una metodología de abordaje que permite la identificación de la situación actual de la envolvente edilicia del subsector Salud, así como el análisis de sus condiciones higrotérmicas y la verificación del cumplimiento de las normativas vigentes. Esto permitirá abordar estrategias sistemáticas y acciones efectivas que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente a partir del reciclado específico para cada área hospitalaria.

La metodología propuesta consta de tres etapas: (i) Relevamiento e identificación de las características de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio; (ii) Análisis del comportamiento higrotérmico y verificación de cumplimiento de normativas vigentes; y (iii) Construcción del estado del arte de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio, a partir de la elaboración de una base de datos que sintetice los distintos sistemas constructivos relevados y su comportamiento higrotérmico. Cada una de las etapas se desarrolla a continuación.

*Relevamiento e identificación de las características de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio:* Se realiza un relevamiento in-situ de la envolvente edilicia vertical (muros y carpinterías) y horizontal (cubiertas) de los establecimientos públicos del subsector Salud en el área en estudio, a fin de identificar los sistemas constructivos que la componen y observar el estado en que éstos se encuentran.

*Análisis del comportamiento higrotérmico y verificación de cumplimiento de normativas vigentes:* Se evalúan las distintas soluciones constructivas relevadas a partir del cálculo del coeficiente K de transmitancia térmica y la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial. Se tiene en cuenta el cumplimiento de las normas IRAM de acondicionamiento higrotérmico vigentes, así como las exigencias de la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires.

*Construcción del estado del arte de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio, a partir de la elaboración de una base de datos que sintetice los distintos sistemas constructivos relevados y su comportamiento higrotérmico:* A partir de la identificación y análisis de las diversas tecnologías que componen la envolvente vertical y horizontal de la edilicia existente, se plantea la elaboración de una base de datos que sintetiza el estado del arte de la misma en el sistema público del

subsector Salud en el área en estudio. Dicha información permitirá construir la situación de base de la envolvente edilicia para su abordaje específico en el subsector Salud y sus diferentes complejidades.

## RESULTADOS

A partir de la aplicación de la metodología desarrollada, se presentan los resultados obtenidos para el subsector Salud del área de estudio:

*Relevamiento e identificación de las características de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio:* Este relevamiento se realizó en el año 2019 y permitió identificar en cada establecimiento del sistema público del subsector Salud de la Micro-región GLP (Figura 1), los distintos sistemas constructivos y tecnologías que conforman la envolvente vertical y horizontal. Asimismo, se establecieron patrones representativos en base a la materialidad, por ejemplo, se observó la prevalencia del sistema constructivo tradicional en todos los casos. Si bien la construcción pesada o tradicional ha mutado en las últimas décadas hacia la utilización de sistemas semipesados, que incluyen el ladrillo cerámico hueco, ésta se caracteriza por la producción de tipo artesanal regida por procedimientos desarrollados en obra.

ESTABLECIMIENTO	DEPTO.	ALCANCE	ATENCIÓN	CATEGORÍA	N° CAMAS	CÓMPUTO DIFERENCIAL DE LA ENVOLVENTE		
						Envolvente vertical (m <sup>2</sup> )	Envolvente horizontal (m <sup>2</sup> )	Sup. expuesta (m <sup>2</sup> )
HIGA "General San Martín"	La Plata	Interzonal	General	Agudos	359	26319	27767	54086
HIEAC "Dr. Alejandro Korn"	La Plata	Interzonal	Especializado	Agudos y crónicos	1043	33283	37517	70800
HIAEP "Sor María Ludovica"	La Plata	Interzonal	Especializado	Agudos	316	20600	10079	30679
HIGA Prof. "Dr. Rodolfo Rossi"	La Plata	Interzonal	General	Agudos	91	5514	4079	9593
HIGA "San Roque"	La Plata	Interzonal	General	Agudos	158	5658	5593	11251
HIEAC "San Juan de Dios"	La Plata	Interzonal	Especializado	Agudos y crónicos	133	14934	12425	27359
HZGA "Dr. Mario V. Larrain"	Berisso	Zonal	General	Agudos	87	3807	3024	6831
HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez"	La Plata	Zonal	General	Agudos	98	5305	4131	9436
HZGA "Dr. Horacio Cestino"	Ensenada	Zonal	General	Agudos	56	2316	2111	4427
HZE "Dr. Noel H. Sbarra"	La Plata	Zonal	Especializado	Crónicos	83	3026	2098	5124
HIE "Ex Reencuentro"	La Plata	Interzonal	Especializado	Agudos y crónicos	16	462	245	707

Figura 1: Establecimientos del sistema público del subsector Salud de la Micro-región GLP

En muchos casos, se observó que en un mismo establecimiento, conviven diversas tecnologías y sistemas constructivos y se determinó que éstos no responden de manera diferenciada a las distintas áreas hospitalarias, sino que más bien están asociados a los distintos cortes históricos que se registran en la conformación edilicia. Por ejemplo, en el caso del Hospital Zonal General de Agudos "Dr. Ricardo Gutiérrez", se pueden distinguir tres partes edilicias diferenciadas que corresponden a distintos momentos históricos (Figura 1). El hospital cuenta con el edificio original del año 1954, de tipología claustral, cuyos muros son de mampostería de ladrillo común de 30 cm de espesor, sus carpinterías son de chapa doblada y vidrio simple, con protección mediante persianas de madera y en lo que respecta a la envolvente horizontal, la cubierta es de tejas coloniales. En cambio, el bloque anexado al lateral del edificio original, construido en el año 2007 para destinarlo a maternidad, cuenta con una envolvente vertical compuesta por muros de ladrillo hueco de 20 cm de espesor y carpinterías de aluminio con vidrio simple. La envolvente horizontal de dicho edificio se conforma por una cubierta accesible de losa hormigonada in situ. Por último, el edificio destinado a la nueva guardia del Hospital, se construyó en el año 2019, con las mismas características constructivas que la ampliación del 2007. Lo mismo sucede en mayor o menor medida, en casi todos los establecimientos analizados: en el Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) "San Martín", en el Hospital Interzonal Especializado en Agudos y Crónicos (HIEAC) "Dr. Alejandro Korn", y en el Hospital Zonal Especializado (HZE) "Dr. Noel H. Sbarra", entre otros.

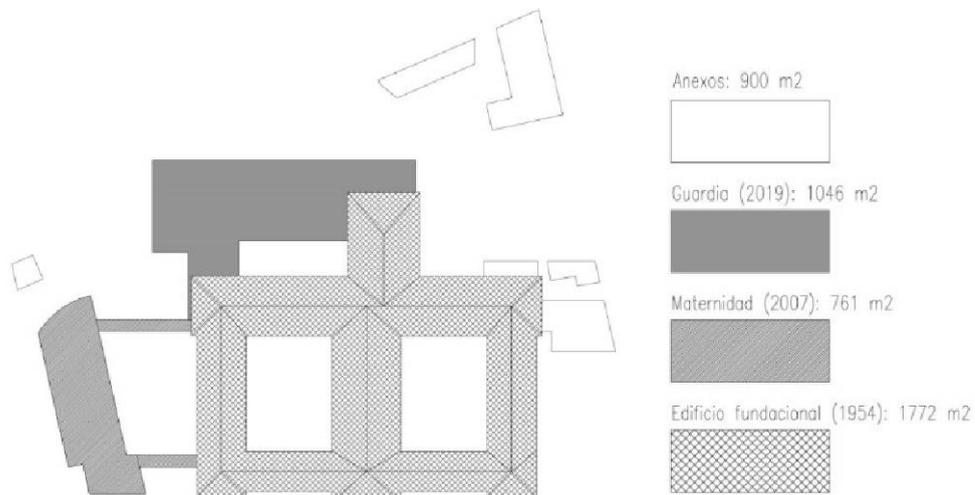


Figura 1: HZGA "Dr. Ricardo Gutiérrez"

*Análisis del comportamiento higrotérmico y verificación de cumplimiento de normativas vigentes:* Se evaluaron cada una de las soluciones constructivas relevadas para la envolvente vertical, tanto en sus superficies opacas (muros) como transparentes (carpinterías), así como para la envolvente horizontal (cubierta). Se realizaron los cálculos correspondientes para determinar el coeficiente de transmitancia térmica (K) y verificar si existía riesgo de condensación superficial e intersticial en cada caso. De esta manera, se elaboraron fichas para cada situación de la envolvente edilicia vertical y horizontal relevada y se verificó el cumplimiento del Nivel B de la norma IRAM, exigido por la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires, en lo que respecta a la transmitancia térmica de los cerramientos. A continuación, se muestra la ficha elaborada para un muro compuesto por revoque interior fino y grueso a la cal, ladrillo común (cerámico macizo), azotado hidrófugo, revoque exterior grueso y fino a la cal de 20 cm. de espesor en total (Figura 2) y otra ficha realizada para una cubierta conformada por una losa maciza de hormigón armado (esp. 10 cm.), contrapiso de cascote con pendiente (esp. 8 cm.), carpeta de concreto (esp. aprox. 2,5 cm.), membrana hidrófuga y cielorraso aplicado bajo losa de enlucido de yeso. (Figura 3). También se incluyen gráficos que son útiles para visualizar, en caso de producirse condensación intersticial, en cuál de las capas del elemento se produce dicha condensación (Figura 4). En todos los casos, los valores de resistencia térmica superficial interior y exterior, la conductividad térmica de materiales de construcción y los valores de permeabilidad y permeancia, se obtienen de la norma IRAM 11601.

Revoque interior grueso y fino a la cal + ladrillo común (cerámico macizo) -12x5x24 cm aprox. + azotado hidrófugo + revoque exterior grueso y fino a la cal. (0,20m de espesor total)				Elemento:		MURO				Provincia:		Buenos Aires			
				Dir. flujo de calor:		Horizontal				Localidad:		La Plata			
				Sistema constructivo:		Tradicional				Condición:		Invierno			
				Zona Bioambiental:		III b				Temp. Interior (t <sub>i</sub> ) en °C:		22.0			
Temp. Ext. de diseño (t <sub>e</sub> ) en °C:								-2.5							
Resistencias superficiales, capas de materiales y resistencias de cámaras de aire	Densidad	Peso/m <sup>2</sup>	Espesor	Conduct. térmica	Resistencia térmica	Temp.	Permeabilidad al vapor	Permeancia al vapor	Resistencia al vapor	Humedad relativa	Presión de vapor	Temp. Rocío	Dif. Temp.		
	ρ	e*ρ	e	λ	e/λ	t	σ	Δ	Rvl	HR	Pv	tr	Δt		
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	m	W/m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C/W	°C	g/mhkPa	g/m <sup>2</sup> hkPa	m <sup>2</sup> hkPa/g	%	Kpa	°C	°C		
Aire interior	-	-	-	-	-	22.0	-	-	-	66	1.73	15.0	7		
Res. Sup. Int.	-	-	-	-	0.130	0.170	-	-	-	100	1.73	15.0	-1.6		
Esmalte s/revoque liso	-	-	0.005	-	0.009	13.4	-	0.10	10.00	60	0.85	5.0	7.9		
Revoque interior	1900.00	38.00	0.020	0.930	0.022	12.9	0.044	-	0.45	60	0.81	4.0	7.9		
Ladrillo común (cerámico macizo)	1800.00	342.00	0.190	0.910	0.209	11.9	0.080	-	2.38	98	0.60	0.0	1.3		
Azotado hidrófugo	2000.00	20.00	0.010	1.130	0.009	1.3	0.037	-	0.27	98	0.58	-0.4	1.3		
Revoque exterior	1900.00	38.00	0.020	1.160	0.017	0.9	0.037	-	0.54	95	0.53	-1.2	1.2		
Pintura al látex ext.	-	-	-	-	0.009	0.0	-	1.13	0.88	85	0.45	-3.5	3.0		
Res. Sup. Ext.	-	-	-	-	0.040	-0.5	-	-	-	90	0.45	-3.5	1.0		
Aire exterior	-	-	-	-	-	-2.5	-	-	-	-	-	-	-		
Cumple con Norma IRAM 11605 (Nivel B)		Peso/m <sup>2</sup> tot. (Kg/m <sup>2</sup> )	et (m)	Rt (m <sup>2</sup> °C/W)		Δt (t <sub>i</sub> -t <sub>e</sub> ) en °C	24.5	Rvl total	Verif. R. condensación superficial (tr < θ)						
SI	NO	438.00	0.240	0.44	0.48	T = Caída de temp. en sup. int. (°C)	8.60	m <sup>2</sup> hkPa/g	SI	NO					
Nivel B < α =		Coeficiente "K" de Transmitancia Térmica			θ = Temp. sup. int. (°C)		13.40	14.53	Verif. R. condensación intersticial (HR<100)						
SI	NO	1/Rt en (W/m <sup>2</sup> °C)			2.25		SI								NO

Figura 2: Cálculo de transmitancia térmica y verificación de riesgo de condensación para el elemento muro de la envolvente vertical

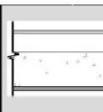
Losa maciza de Hormigón Armado (esp. 10cm) + contrapiso de cascote con pendiente (esp. 8cm) + carpeta de concreto (esp. aprox. 2,5cm) + membrana hidrófuga. Cielorraso: enlucido de yeso aplicado bajo losa.				Elemento:		CUBIERTA				Provincia:		Buenos Aires			
				Dir. flujo de calor:		Vertical ascendente				Localidad:		La Plata			
				Sistema constructivo:		Tradicional				Condición:		Invierno			
				Zona Bioambiental:		III b				Temp. Interior (t <sub>i</sub> ) en °C:		22.0			
Temp. Ext. de diseño (t <sub>e</sub> ) en °C:								-2.5							
Resistencias superficiales, capas de materiales y resistencias de cámaras de aire	Densidad	Peso/m <sup>2</sup>	Espesor	Conduct. térmica	Resistencia térmica	Temp.	Permeabilidad al vapor	Permeancia al vapor	Resistencia al vapor	Humedad relativa	Presión de vapor	Temp. Rocío	Dif. Temp.		
	ρ	e*ρ	e	λ	e/λ	t	σ	Δ	Rvl	HR	Pv	tr	Δt		
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>2</sup>	m	W/m <sup>2</sup> °C	m <sup>2</sup> °C/W	°C	g/mhkPa	g/m <sup>2</sup> hkPa	m <sup>2</sup> hkPa/g	%	Kpa	°C	°C		
Aire interior	-	-	-	-	-	22.0	-	-	-	66	1.73	15.0	7.0		
Res. Sup. Int.	-	-	-	-	0.100	0.170	-	-	-	100	1.73	15.0	-3.5		
Enlucido de yeso	1000	10	0.010	0.49	0.020	11.5	0.110	-	0.09	100	1.72	14.8	-4.6		
Losa maciza de HA c/armadura de acero H21	2500.00	250.00	0.100	2.300	0.043	10.2	0.020	-	5.00	100	1.37	11.5	-4.0		
Contrapiso de cascote	1800.00	144.00	0.080	0.930	0.086	7.5	0.044	-	1.82	100	1.24	10.5	-8.3		
Carpeta de concreto	2000.00	50.00	0.025	1.130	0.022	2.2	0.022	-	1.14	100	1.16	8.8	-7.9		
Membrana líquida impermeabilizante	-	-	0.010	0.700	0.014	0.9	-	0.10	10.00	79	0.45	-3.0	3.0		
Res. Sup. Ext.	-	-	-	-	0.040	0.0	-	-	-	90	0.45	-4.5	2.0		
Aire exterior	-	-	-	-	-	-2.5	-	-	-	-	-	-	-		
Cumple con Norma IRAM 11605 (Nivel B) - condición verano		Peso/m <sup>2</sup> tot. (Kg/m <sup>2</sup> )	et (m)	Rt (m <sup>2</sup> °C/W)		Δt (t <sub>i</sub> -t <sub>e</sub> ) en °C	24.5	Rvl total	Verif. R. condensación superficial (tr < θ)						
SI	NO	454.0	0.23	0.326	0.396	T = Caída de temp. en sup. int. (°C)	10.51	m <sup>2</sup> hkPa/g	SI	NO					
Nivel B < α =		Coeficiente "K" de Transmitancia Térmica			θ = Temp. sup. int. (°C)		11.49	18.05	Verif. R. condensación intersticial (HR<100)						
SI	NO	1/Rt en (W/m <sup>2</sup> °C)			3.06		SI								NO

Figura 3: Cálculo de transmitancia térmica y verificación de riesgo de condensación para la envolvente horizontal

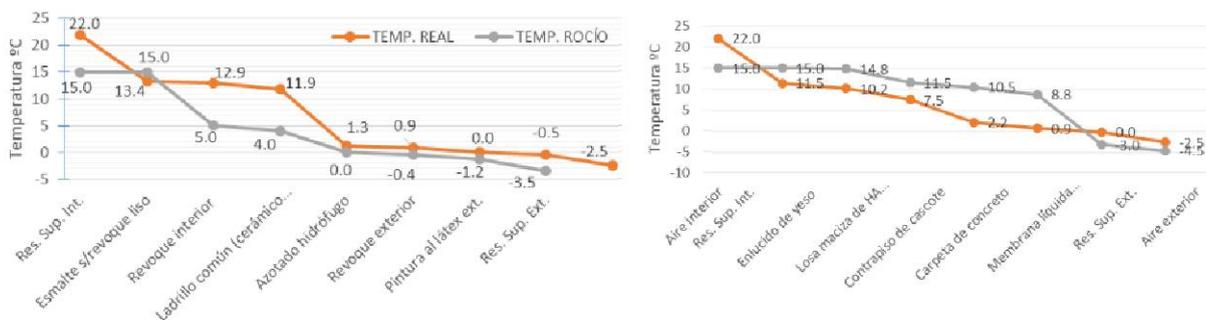


Figura 4: Verificación de riesgo de condensación intersticial para el elemento muro de la envolvente vertical (izquierda) y para la envolvente horizontal (derecha).

Por último, se muestra la ficha elaborada para una carpintería con marco de chapa doblada y vidrio simple incoloro de 6 mm. (Figura 5).

ELEMENTO:		CARPINTERÍA	
Material de los marcos:	Chapa		
Medidas de ventana:	1230 mm x 1480 mm s/normativa europea		
Superficie total (m <sup>2</sup> ):	1.82		
Superficie del vidrio (m <sup>2</sup> ):	1.241		
Superficie de los marcos (m <sup>2</sup> ):	0.579		
Elemento:	R	K (W/m <sup>2</sup> .°C)	
Marco chapa	-	6.02	
Vidrio simple incoloro 6 mm	-	5.80	
Cortina de tela interior	0.027		
Cortina de enrollar de madera	0.018		
Cámara de aire 50-100 mm	0.170		
<b>SIN PROTECCIÓN</b>		<b>CON PROTECCIÓN</b>	
Carpintería c/ vidrio incoloro común (simple) + cortinas internas de tela		Carpintería c/ vidrio incoloro común (simple) + cortinas internas de tela + cortina de enrollar madera	
<b>K ventana (W/m<sup>2</sup>.°C)</b>	$K_m = \frac{\sum_1^n (K_i \cdot S_i)}{\sum_1^n S_i}$		
5.067	2.595		
Cumple IRAM N° 11507-4 (2010)			
SI	NO	SI	NO
-	Nivel	K4 (2.0 < K ≤ 3.0)	Nivel

Figura 5: Cálculo de transmitancia térmica para el elemento carpintería de la envolvente vertical

Se observa que en la mayoría de los establecimientos relevados, las soluciones constructivas que conforman la envolvente vertical y horizontal de los mismos, no cumplen con las condiciones de acondicionamiento higrotérmico que exige la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires. Por este motivo, a partir de la construcción del estado del arte de la envolvente edilicia del subsector Salud en el área en estudio, se podrán identificar potenciales ahorros en la edilicia construida, para delinear estrategias de intervención que posibiliten la rehabilitación energética de los establecimientos.

Construcción del estado del arte de la envolvente edilicia del sistema público del subsector Salud en el área en estudio, a partir de la elaboración de una base de datos que sintetice los distintos sistemas constructivos relevados y su comportamiento higrotérmico: A partir de la identificación y análisis de las diversas tecnologías que componen la envolvente vertical y horizontal de los establecimientos hospitalarios estudiados, se elabora una base de datos que sintetiza el estado del arte de la misma en el sistema público del subsector Salud en el área en estudio. De esta manera, se puede contar con una suerte de inventario de sistemas constructivos y tecnologías existentes, para luego, en una etapa propositiva, delinear propuestas de mejoramiento del comportamiento higrotérmico de los mismos. Se agrupan las distintas alternativas tanto para la superficie opaca, como para la superficie transparente de la envolvente vertical (muros y carpinterías), así como también para la envolvente horizontal (cubierta). En las fichas, es posible identificar el coeficiente de transmitancia térmica de cada solución constructiva, observar si cumple o no con el nivel B de la norma IRAM y comprobar si verifica el riesgo de condensación superficial e intersticial. Es decir, es posible realizar una evaluación rápida de la edilicia existente en cada caso particular e identificar potenciales situaciones de ahorro energético. A continuación, se pueden observar las fichas elaboradas para cada elemento constructivo que conforman la envolvente vertical u horizontal, según corresponda: muro, carpintería y cubierta (Figuras 6, 7 y 8).

SITUACIÓN ORIGINAL BASE	ENVOLVENTE VERTICAL SUPERFICIE OPACA ELEMENTO MURO	LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) REVOCADO AMBAS CARAS			LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) INT. REVOCADO Y EXT. VISTO		LADRILLO HUECO REVOCADO AMBAS CARAS	
							CERÁMICO NO PORTANTE	CERÁMICO PORTANTE
		Revoque interior grueso y fino a la cal + ladrillo común (cerámico macizo) -12x5x24 cm aprox.- + azotado hidrófugo + revoque exterior grueso y fino a la cal.			Revoque interior grueso y fino a la cal + ladrillo común a la vista		18x18x33 cm	18x19x33 cm
							Revoque interior grueso y fino a la cal + ladrillo hueco + azotado hidrófugo + revoque exterior grueso y fino a la cal.	
		0,2 m	0,3 m	0,45 m	0,28 m	0,43 m	0,22 m	0,22 m
	K (W/m <sup>2</sup> ·C)	2.35	2.03	1.57	2.14	1.64	1.59	1.48
	Nivel B Norma IRAM 11605 condición invierno (K < ó = 0,93)	no cumple	no cumple	no cumple	no cumple	no cumple	no cumple	no cumple
	Riesgo de condensación (N. IRAM 11625)	SUP. no verifica	no verifica	no verifica	no verifica	no verifica	no verifica	no verifica

Figura 6: Situación de base de la superficie opaca de la envolvente vertical: elemento muro

SITUACIÓN ORIGINAL BASE	ENVOLVENTE VERTICAL SUPERFICIE TRANSPARENTE ELEMENTO ABERTURA	ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE MADERA		ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE CHAPA		ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE ALUMINIO	
		Carpintería de madera + vidrio incoloro común (simple) + cortinas internas de tela		Carpintería de chapa + vidrio incoloro común (simple) + cortinas internas de tela		Carpintería de aluminio + vidrio incoloro común (simple) + cortinas internas de tela	
		Sin protección	Con protección	Sin protección	Con protección	Sin protección	Con protección
	K (W/m <sup>2</sup> ·C)	4.62	2.318	5.87	2.595	5.87	2.595
	K máx. adm. invierno (W/m <sup>2</sup> ·C)	no clasifica	clasifica - K4	no clasifica	clasifica - K4	no clasifica	clasifica - K4

Figura 7: Situación de base de la superficie transparente de la envolvente vertical: elemento carpintería

SITUACIÓN ORIGINAL BASE	CHAPA ONDULADA (HIERRO GALVANIZADO)		TEJA COLONIAL (CERÁMICA)		TEJA COLONIAL (FRANCESA)	
	Estructura de tirantería de madera, entablonado o machimbre de 3/4", membrana de aislación hidrófuga, listones y clavaderas, chapa ondulada de H"G". Enlucido de yeso sobre metal desplegado con amazón de madera para cielorraso suspendido.		Estructura de tirantería de madera, entablonado o machimbre de 3/4", membrana de aislación hidrófuga, listones y clavaderas, teja colonial (cerámica). Enlucido de yeso sobre metal desplegado con amazón de madera para cielorraso suspendido.		Estructura de tirantería de madera, entablonado o machimbre de 3/4", membrana de aislación hidrófuga, listones y clavaderas, teja francesa (cerámica). Enlucido de yeso sobre metal desplegado con amazón de madera para cielorraso suspendido.	
	Sin cielorraso suspendido	Con cielorraso suspendido	Sin cielorraso suspendido	Con cielorraso suspendido	Sin cielorraso suspendido	Con cielorraso suspendido
K (W/m <sup>2</sup> °C)						
Invierno	4,678	2,606	4,252	2,468	4,283	2,478
Verano	3,524	1,909	3,277	1,834	3,295	1,84
K máx. adm. Invierno (W/m <sup>2</sup> °C)	no clasifica	no clasifica	no clasifica	no clasifica	no clasifica	no clasifica

Figura 8: Situación de base de la envolvente horizontal: elemento cubierta

## CONCLUSIONES

El trabajo plantea el desarrollo y aplicación de una metodología que permite la evaluación de la situación actual de la envolvente edilicia del subsector Salud, así como el análisis de sus condiciones higrotérmicas y la verificación del cumplimiento de las normativas vigentes. Dicho abordaje facilita la identificación del estado actual de la edilicia sanitaria y su envolvente, sistematizando sus condiciones higrotérmicas y su estado en cuanto al cumplimiento de las normativas vigentes. Esto permitirá abordar estrategias sistemáticas y acciones efectivas que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente y la habitabilidad, a partir del reciclado diferenciado de cada área hospitalaria.

En la primera etapa, se procedió a reconocer, en cada establecimiento del sistema público del subsector Salud de la Micro-región GLP, los distintos sistemas constructivos y tecnologías que conformaban la envolvente vertical y horizontal, los cuales permitieron establecer patrones representativos en base a la materialidad.

En la segunda etapa se evaluaron, para cada edificio, las soluciones constructivas relevadas para la envolvente vertical y horizontal y se realizaron los cálculos correspondientes para determinar el coeficiente de transmitancia térmica (K) y verificar si existía riesgo de condensación superficial e intersticial en cada caso. Luego, se elaboraron fichas para cada situación de la envolvente edilicia vertical y horizontal relevada y se verificó si cumplían el Nivel B de la norma IRAM, exigido por la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires, en lo que respecta a la transmitancia térmica de los cerramientos.

Finalmente, en la última etapa, es posible, a partir de las fichas construidas, identificar el coeficiente de transmitancia térmica de cada solución constructiva, observar si cumple o no con el nivel B de la norma IRAM y comprobar si verifica el riesgo de condensación superficial e intersticial.

La metodología propuesta presenta fortalezas en cuanto a que permite realizar un relevamiento y evaluación de la edilicia existente en cada caso particular e identificar potenciales situaciones de ahorro energético para luego, en una etapa propositiva, delinear estrategias de intervención que permitan mejorar la eficiencia energética de la envolvente a partir del reciclado edilicio. El reciclaje sistematizado de la edilicia existente del subsector Salud, con criterios de diseño pasivo, representa una alternativa viable para reducir en forma sustantiva el consumo energético del Subsector y los gastos presupuestarios consecuentes, a la vez que se mejoran la habitabilidad, el confort higrotérmico y los aspectos ambientales. Otros estudios han conformado una cartera de pautas y estrategias para el reciclado edilicio residencial mejorando su eficiencia energética (Rodríguez et al., 2012)(Rodríguez, 2015). Estos trabajos propusieron posibles medidas de mejora diferenciando los componentes de la envolvente edilicia (muros, pisos,

cubiertas, aberturas) y sus variantes constructivas de acuerdo al tipo de vivienda, a diferencia del presente trabajo que tiene por objetivo avanzar en el subsector Salud.

Asimismo, resulta importante destacar que, con la irrupción global de la pandemia de Coronavirus y la revalorización del subsector ante la emergencia, resulta fundamental realizar acciones que permitan optimizar el consumo de energía en el mediano y largo plazo, ante un escenario de recursos limitados y donde la preocupación sanitaria y ambiental es cada vez mayor. En este contexto, el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO) y el Distanciamiento Social, Preventivo y Obligatorio (DISPO), evidenció una mayor demanda de atención hospitalaria, con sus consecuentes impactos a nivel nacional y local.

En síntesis, el análisis de los comportamientos de uso de los recursos energéticos del subsector salud, pueden dar respuesta y delinear el perfil energético actual y futuro a los efectos de evaluar estrategias alternativas de eficiencia energética. En este sentido, ésta temática representa una oportunidad para replantear y actualizar conceptos, metodologías y modalidades de instrumentación.

## REFERENCIAS

- Arocas, S. M., Coria Hoffman, G., & Bosc, C. (2019). Identificación de indicadores energéticos para el diseño de un programa de ahorro y eficiencia energética en una instalación hospitalaria. *5º Jornadas ITE*, 770–777.
- Azqueta, P. (2017). *Manual práctico del aislamiento térmico para una construcción sustentable* (2ª edición). Asociación Argentina del Poliestireno Expandido.
- Bitencourt, F., & Monza, L. (2017). *Arquitectura para la salud en América Latina* (1ª edición). Rio Books.
- Discoli, C. (1998). *El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud*.
- Díscoli, C. A., Martini, I., Viegas, G. M., Barbero, D. A., & Rodríguez, L. G. (2016). Pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial. *URBANO*, 33, 54–65.
- Fernández, A., & Garzón, B. (2020). Rehabilitación de muros exteriores en centros de salud en San Miguel de Tucumán para su eficiencia térmico-energética. *ASADES*, 24(2011), 31–40.
- González Vásquez, M. R., & Molina-Prieto, L. F. (2018). Envolvente arquitectónica: un espacio para la sostenibilidad. *Arkitekturax Visión FUA*, 1(1), 49–61. <https://doi.org/10.29097/26191709.201>
- Kuchen, E. (2018). Eficiencia Energética y confort en edificios públicos. *PROYECTARQ*, 28–31.
- Maristany, A., Abadía, L., & Rivoira, A. (2017). Hacia una metodología de análisis energético integral de la envolvente arquitectónica y urbana. *De Res Architettura*, 2, 35–56.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2019). *Listado de establecimientos de salud asentados en el registro federal*.
- Reus Netto, G. (2018). *Metodología de cálculo simplificado para el consumo energético en acondicionamiento de edificios residenciales en clima templado*.
- Rodríguez, L. G. (2015). *Instrumentación metodológica para el reciclado masivo de la edilicia residencial orientada a la eficiencia energética*.
- Rodríguez, L. G., Martini, I., & Discoli, C. (2012). Metodología para el análisis del reciclado edilicio residencial orientado a la eficiencia energética: índice de elasticidad energético-económico. *ASADES*, 16, 51–58.
- Sociedad Argentina de Cardiología. (2017). *El sistema de salud argentino*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v53s2/06.pdf>
- Viegas, G. M., Barbero, D. A., Chévez, P. J., Martini, I., & Discoli, C. A. (2020). Reciclado masivo de la envolvente urbano-edilicia basado en procesamiento digital de imágenes, La Plata, Argentina. *Revista de Urbanismo*, 43, 151. <https://doi.org/10.5354/0717-5051.2020.57522>

**ABSTRACT:** The present work aims to build a state of the art of the buildings envelope of the public health system with hospitalization of La Plata city in order to analyse their situation with respect to their hygrothermal conditions and the verification of the current regulations. The knowledge of the current state of the situation of the buildings of the health subsector of the study area, constitutes a library of construction systems that will, in the future, allow to justify, in a propositional stage, adequate intervention strategies that will enable the improvement of the energy efficiency of the envelopes based on building recycling strategies.

**Keywords:** Health network. Energy efficiency. Building recycling. Building envelope.