

018. **MEJORAS DE LA AISLACIÓN DE LA ENVOLVENTE  
CONSTRUCTIVA DEL EDIFICIO DE LA FAU-UNNE.  
EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD MEDIANTE EL SOFTWARE “RETSscreen”**

Escobar, María L. - Toledo, María de los Milagros - Alias, Herminia M.  
[heralias@arq.unne.edu.ar](mailto:heralias@arq.unne.edu.ar)

**RESUMEN**

*Se plantea realizar una evaluación de la factibilidad económica de mejorar el nivel de aislación térmica y corrección de puentes térmicos de la envolvente (muros, cubiertas y eventualmente carpinterías) del sector de aulas del edificio de la FAU – UNNE, con la inversión necesaria para tales intervenciones y su recupero a corto plazo, utilizando una herramienta informática para la toma de decisiones en proyectos de energías renovables y eficiencia energética: el software de análisis de proyectos “RETSscreen”. Como punto de partida, se tomaron los datos generados mediante el desarrollo del proyecto “Evaluación térmico-energética de las sedes edilicias de las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, y de la de Ingeniería de la UNNE”, que permitieron diagnosticar los principales problemas higrotérmicos del edificio.*

**PALABRAS CLAVE:** Aislación Térmica - Factibilidad - RETScreen.

**INTRODUCCIÓN Y PLANTEO DEL PROBLEMA**

Normalmente cuando se realiza la evaluación económica de los proyectos, tanto para la obra nueva como de refacción, ampliación o remodelación de edificios, (por parte de los organismos públicos de financiación gubernamental, como de las empresas de construcción privadas), se suelen tener en cuenta aquellos aspectos posibles de mensurar en relación al costo inicial de construcción y la ganancia derivada de ello, y no se toman en consideración aspectos relevantes que influyen o determinan cualidades que hacen a la habitabilidad y al consumo energético para la obtención de condiciones de confort.

La sociedad actual se ha desarrollado desde un modelo consumista, y como consecuencia de ello, cuando se piensa en el problema energético en relación a los edificios, el primer paso es pensar la solución mediante la sustitución de las fuentes de energías convencionales por energías renovables, y pocas veces se piensa desde la mejora en la eficiencia energética del edificio, es decir en la reducción de los consumos mediante un diseño adecuado de su envolvente exterior en relación a las condicionantes del clima, lo que, por supuesto siempre implica mayores costos de inversión inicial.

En las evaluaciones para la toma de decisión en el área de la construcción de edificios, no debería prevalecer, en primer lugar, el concepto económico exclusivamente en términos de costo inicial de construcción. El no tener en consideración su eficiencia energética, lleva a tener que afrontar costos de funcionamiento y mantenimiento elevados para obtener niveles aceptables de habitabilidad, gastos que en muchos casos, no podrán ser afrontados por los usuarios. - Por ello, se están estudiando medidas de diseño técnico – constructivo para optimizar el consumo energético en

la edificación (caso éste último que corresponde al edificio de la Facultad de Arquitectura de la UNNE, a través del proyecto acreditado en curso PI C001/10) por medio de un mejoramiento sustancial de las condiciones aislantes de las envolventes constructivas perimetrales, lo cual juega un papel fundamental en el balance térmico de la edificación, pues constituyen la “piel” que regula los intercambios entre los espacios interiores y el ambiente exterior.

La evaluación de factibilidad de dichas propuestas de mejoramiento de la envolvente del edificio de la FAU se está llevando a cabo utilizando el programa RETScreen, “Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia” (de descarga gratuita desde Internet). El programa permite llevar a cabo un análisis estándar de cinco pasos: incluyendo el análisis energético, de costos, de emisiones, financiero y análisis de sensibilidad y riesgo. Una evaluación de la factibilidad económica de estas mejoras y la determinación de su amortización (en el corto, mediano y/o largo plazo), colaboraría en una toma de decisión por parte de los actores institucionales involucrados con el área de la construcción y mantenimiento del edificio.

## OBJETIVOS

- Proponer alternativas de mejoras del nivel de aislación térmica de la envolvente constructiva del sector de aulas de la FAU, sobre la base de las propuestas que están siendo desarrolladas a través del proyecto acreditado en curso PI C001/10.
- Verificar, con la herramienta informática “RETScreen”, la factibilidad económica de las propuestas de mejora del nivel de aislación de la envolvente constructiva del sector de aulas del edificio de la FAU – UNNE.

## DESARROLLO Y RESULTADOS PRELIMINARES

Es necesario aclarar que, dado que el trabajo se encuentra promediando su desarrollo, todavía no es posible elaborar una evaluación e interpretación completa y precisa de los resultados obtenidos. Se han realizado hasta el momento las siguientes actividades:

1) Análisis de la situación climática y las condicionantes bioclimáticas de la zona de ubicación geográfica del estudio (la ciudad de Resistencia, Chaco y zonas aledañas), y a partir de los resultados obtenidos, determinar las estrategias bioclimáticas básicas a tener en cuenta en el sector de aulas del edificio de la FAU - UNNE, tanto para invierno como para verano. En síntesis, puede comentarse que la ciudad de Resistencia pertenece a la zona bioambiental “Ib”, muy cálida (IRAM 11603, 1996), donde los valores de temperatura efectiva corregida media, en el día típicamente cálido, son superiores a 26,3°C; durante la época caliente todos los sectores presentan valores de temperatura máxima superiores a 34°C y valores medios superiores a 26°C, con amplitudes térmicas menores de 14°C. El período invernal presenta temperaturas medias durante el mes más frío superior a los 12°C.

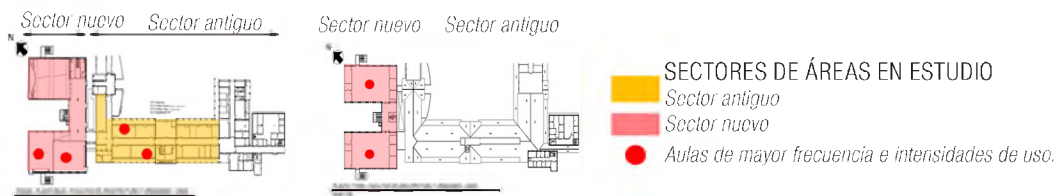


Figura 1: sectores de aulas de la FAU – UNNE. Arriba: Planta baja. Abajo: planta alta.

2) Finalización de relevamientos existentes (físicos y funcionales) del edificio de la FAU (figuras 1 y 2):

Según el relevamiento funcional realizado fue posible cuantificar la cantidad de usuarios en las aulas marcadas, durante el turno tarde, correspondiente a los alumnos de la carrera de ARQUITECTURA.

- El sector antiguo de la FAU refleja mayor frecuencia de uso en las aulas 6, 4 y 3 los días martes y jueves.
  - Cantidad máx. de usuarios:
  - Aula 4: 50 alumnos
  - Aula 6: 65 alumnos.
  - Aula 3: 50 alumnos
- En el sector nuevo, las aulas de mayor frecuencia de uso son:
  - En planta baja: las aulas 11 y 12 (cant. aproximada de usuarios: 185 alumnos)
  - En planta alta: los talleres 7, 8, 9 y 10 (cantidad aproximada de usuarios: 500 alumnos)
  - Mayor frecuencia de uso los días lunes martes y jueves

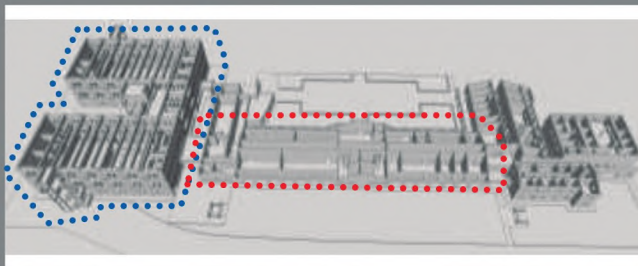
Estos valores consignados para el turno tarde, en el turno mañana (correspondiente al cursado de la carrera “DISEÑO GRÁFICO”) se reducen en un 30%.

El sector “nuevo” alberga los espacios interiores de mayores envergaduras en cuanto a volúmenes e intensidades de usos: 6 aulas – taller, un Auditorio y núcleos de sanitarios.

El sector “antiguo” alberga 5 aulas, el sector administrativo, no docente y de maestranza, sector de despachos de autoridades, Biblioteca de la facultad, Centro de Informática, oficinas correspondientes a distintos departamentos y bloques de sanitarios.

#### SECTOR NUEVO

Muros compuestos de ladrillos huecos de 8x18x33cm. (exterior), cámara de aire y ladrillos comunes macizos de 0,18m. de espesor (interior). Estructuras portantes prefabricadas de hormigón armado. Entrepisos y azoteas accesibles de H°A°.



#### SECTOR ANTIGUO:

Techos coloniales sobre estructura de madera; cielorraso independiente a la cal y muros de ladrillos macizos comunes de 30 cm

3) Aplicación de la normativa de habitabilidad higrotérmica de edificios vigente, a la envolvente del sector de aulas del edificio de la FAU, mediante el uso de metodologías de cálculo apoyadas en herramientas informáticas. Se han analizado las características tecnológico – constructivas de la envolvente del sector de aulas del edificio de la FAU – UNNE, determinando las propiedades termofísicas de dicha envolvente (transmitancia térmica K, transmitancia térmica media ponderada KMP, retardo y amortiguamiento). Aplicando las verificaciones higrotérmicas (según normas IRAM 11601, 11605, 11625, 11630, 11507-1 y 11507-4) a los componentes de las envolventes (muros, techos y carpinterías) de ambos sectores, se verifica una baja resistencia térmica de la envolvente en general (tabla 1), así como la existencia de puentes térmicos (discontinuidades) importantes en muros y techos, más importantes en el sector “nuevo” de la FAU y patologías en cuanto al estado de mantenimiento (deterioro) y modalidad de uso de las carpinterías (apertura indiscriminada sin criterios de ventilación selectiva).









Cuadro síntesis de resultados obtenidos con las verificaciones higrótérmicas normativas							
Envolvente de aulas de la FAU - UNNE	Parámetros analizados y verificados en la envolvente edilicia de aulas de la FAU - UNNE	Clasificación normativa de habitabilidad (IRAM)	según normativa vigente	Sector Antiguo u original	Tipología de muro - techo del sector antiguo	Sector Nuevo	Tipología de muro - techo del sector nuevo
Muros	Transmitancia térmica	Nivel B (medio)	-	1 revoque grueso reglado MAR		-	1 revoque grueso reglado MAR
		Nivel C (mínimo)	-	2 azotado hidrófugo MC 1:3		X	2 ladrillo hueco
	Fuera de normativa	X	3 ladrillos comunes mezos		-	3 cámara de aire	
Riesgo de condensación invernal		si	si	1 revoque grueso reglado MAR		no	4 ladrillos comunes
Techos	Transmitancia térmica	Nivel B (medio)	-	1.tejas coloniales		X	1.Losetas ceramicas
		Nivel C (mínimo)	-	2.camara de air e no ventilada		-	2.Membrana asfáltica
	Fuera de normativa	X	3.membrana plástica		-	3.Mortero de nivelación	
Riesgo de condensación invernal		si	si	4.cieloraso independiente		si	4.Congregado
							5.Aislación térmica
							6.Losa prefabricada
							7.Cieloraso suspendido de rca de yeso

Tabla 1: Síntesis de resultados de la verificación de habitabilidad a la envolvente de los sectores de aulas de la FAU.

4) Diagnóstico y determinación general de las estrategias bioclimáticas básicas a tener en cuenta en el sector nuevo y antiguo del edificio de la FAU - UNNE, para invierno y para verano, para el logro de las condiciones de habitabilidad. En este sentido, la Norma IRAM 11603, para la zona bioclimática Ib, recomienda, para verano e invierno:

5) Estudio y análisis del software de análisis de proyectos “RETScreen”.

6) Se ha iniciado recientemente, según el cronograma planificado, la propuesta de alternativas de mejoras del nivel de aislación térmica de la envolvente constructiva del sector nuevo de la FAU, teniendo en cuenta los criterios referentes al confort térmico y sus implicancias económicas.

- En el SECTOR NUEVO se plantean posibles mejoras en las carpinterías actuales a partir de la inclusión de parasoles desplazables, así como el mejoramiento del techo del último nivel, mediante la generación de una “cubierta sombra” muy liviana sobre la azotea accesible.

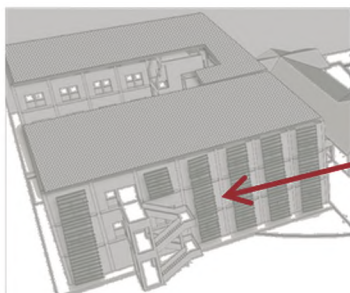


Figura 3: Perspectiva volumen sector nuevo FAU-UNNE

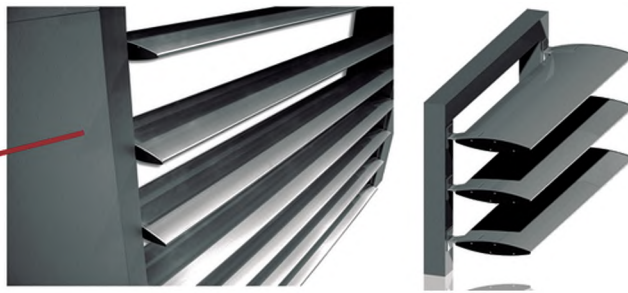


Figura 4: Propuesta de parasoles metálicos desplazables.

- En el SECTOR ANTIGUO se propone la modificación de los muros a partir de su transformación en un muro – doble: la construcción de otra capa de muro, separada de la existente mediante una cámara de aire ventilada, que favorezca la circulación de aire (figura 6). En lo que respecta al techo, se propone mejorar la aislación térmica colocando espuma de poliuretano sobre los cielorrasos y ventilando los entretechos.

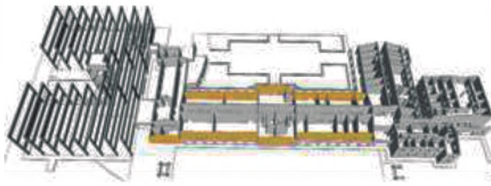


Figura 5: Perspectiva del edificio de la FAU con los paramentos del sector antiguo que podrían mejorarse.



Figura 6: detalle de posible muro doble

7) Aplicación de la herramienta informática “RETScreen”, a las situaciones originales y mejoradas del sector de aulas del bloque nuevo del edificio de la FAU. Determinación de la factibilidad económica de las propuestas de mejora del nivel de aislación de la envolvente constructiva (5 meses).

Caso base versus caso propuesto:

Se desarrollará un diagnóstico comparativo del “caso base” (la situación actual de ambos sectores de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, en base a los análisis precedentes) con el “caso propuesto” (la propuesta de mejoramiento de las condiciones de aislación térmica de muros, techos y carpinterías) de la envolvente constructiva del sector de aulas del edificio.

Se expone a continuación un caso - ejemplo de aplicación del software RETScreen para un proyecto de eficiencia energética en electricidad, que permite visualizar, aunque parcialmente, el funcionamiento general básico del programa. Aun en esta instancia del trabajo, no se ha efectuado en dicho programa la carga de datos reales definitivos surgidos de la investigación.

Resumen		Mostrar datos							
		Combustible		Caso base		Caso propuesto		Ahorros en costo de combustible	
Tipo de combustible	Unidad	Consumo combustible	Precio del combustible	Consumo de combustible	Costo del combustible	Consumo de combustible	Costo del combustible	Combustible ahorrado	Ahorros en costo de combustible
Electricidad	MWh	\$	100,000	36,5	\$ 3.650	23,4	\$ 2.336	13,1	\$ 1.314
Ventilación del proyecto		Unidad	Consumo de combustible	Consumo de combustible	Consumo de combustible				
		Unidad	Consumo de combustible	Caso base	Consumo de combustible				
Tipo de combustible		Unidad	Consumo de combustible	Caso base	Consumo de combustible				
Electricidad		MWh		36,5					
Demanda de energía		Calentamiento	Enfriamiento	Electricidad	Total				
		GJ	GJ	GJ	GJ				
Demanda de energía - caso base				131	131				
Demanda de energía - caso propuesto				84	84				
Energía ahorrada				47	47				
Energía ahorrada - %				36,0%	36,0%				
Punto de referencia									
Unidad de energía			GJ						
Unidad de referencia			m²						

## PRIMERAS CONCLUSIONES

Con el estudio se está en vías aportar algunos conocimientos sobre herramientas informáticas para la toma de decisiones en proyectos de energías renovables y eficiencia energética, así como pautas (dentro de los campos específicos de la tecnología de la construcción, del diseño tecnológico-estructural y de la racionalidad energética edilicia) a través de las cuales se pueda evaluar y determinar la factibilidad económica de aplicar diferentes alternativas de adaptación y/o mejora de las envolventes edilicias (muros, cubiertas, carpinterías), tendientes a lograr una reducción sustancial del consumo anual de electricidad en la Facultad de Arquitectura de la UNNE, sin que esto

implique una reducción en la calidad de vida ni de las posibilidades de trabajo en los espacios interiores. Pero la información que se genere con este estudio tiene una finalidad mucho más amplia, como es la de contribuir con el equipo de investigación de la cátedra Estructuras II – FAU - UNNE, en el aporte que el mismo viene realizando en la generación de las bases para determinar políticas institucionales en la UNNE para el “Uso Racional de la Energía–URE-” en su edificación, atendiendo a las directivas del Ministerio de Educación y Cultura de la Nación, que en la Resolución N° 22/2008, artículo 11, invita a las Universidades Nacionales a implementar políticas e instrumentos institucionales para dicho URE.

### BIBLIOGRAFÍA

- PI N° C001 (2010). Evaluación térmico-energética de las sedes edilicias de las Facultades de Arquitectura y Urbanismo, y de la de Ingeniería de la UNNE (Campus-UNNE-Resistencia, Chaco). Proyecto acreditado ante la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la UNNE (Res. N° 0921/2010-CS-UNNE). Período: 01/I/2011 - 31/XII/2014.
- RETScreen. Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia. Herramienta de apoyo para la toma de decisiones, desarrollada por el gobierno de Canadá a través del centro de investigación de Canmet ENERGY de Recursos Naturales, Varennes, Quebec. <http://www.retscreen.net> [www.nrcan.gc.ca](http://www.nrcan.gc.ca)
- Alías, Herminia. M. et al (2011). Simulaciones de desempeño térmico de aulas de la Facultad de Arquitectura de la UNNE y contrastación con mediciones en días de invierno. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (AVERMA), Vol. 15, pp. 05.37 a 05.45 Argentina. ISSN 0329-5184
- Coronel, Carlos. A. et al (2011). Evaluación energética del edificio sede de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo - UNNE (Resistencia – Chaco – Argentina con la herramienta informática “ECOTECT”. IV Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura. (CRETA). Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina.