

## ANÁLISIS CONSTRUCTIVO Y DE DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO - ENERGÉTICO EN AULAS DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA DE LA UNNE PARA PERIODO DE INVIERNO

V. Gallipoliti<sup>1</sup>; G. Jacobo<sup>2</sup>; H. Alías<sup>3</sup>; P. Martina<sup>4</sup>; J. Corace<sup>4</sup>

Cátedra Instalaciones II y Cátedra ESTRUCTURAS II. Área de la Tecnología y la Producción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - Av. Las Heras 727 – 3500 - Resistencia – Chaco. Tel.: +54 362-4425573 – e-mail: [angelinag2@arnet.com.ar](mailto:angelinag2@arnet.com.ar); [gjjacobo@yahoo.com.ar](mailto:gjjacobo@yahoo.com.ar)

Grupo de Investigación y Desarrollo de Energías Renovables (GIDER). Facultad de Ingeniería (FI) - UNNE - Av. Las Heras 727 – 3500 - Resistencia – Chaco. Tel.: +54 362- 4420076

*Recibido: 08/08/12; Aceptado: 11/10/12*

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio detallado de dos sectores constructivamente diferentes del edificio la FAU –UNNE con verificación de normativa IRAM, análisis del monitoreo térmico y simulación con el programa Simedif. El monitoreo y la simulación de las aulas se realizó durante el periodo invernal de 14 días del mes de Julio de 2011 en la ciudad de Resistencia. Se comprueban un ajuste bastante aceptable, entre medición y la simulación de las 3 aulas monitoreadas, corroborando problemas de desconfort térmico durante la mayor parte del periodo estudiado, con valores por debajo del límite inferior de la franja de confort regional. El análisis de la situación higrotérmica de los componentes de la envolvente de estas aulas con la normativa IRAM vigente arrojó valores de transmitancia térmica, condensación superficial e intersticial para las aulas 4, 6 y 11 deficientes en muros y la cubierta, salvo el entrepiso del aula 11.

**Palabras Clave:** Confort térmico – Simulación - Ahorro energético – Monitoreo – Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

### INTRODUCCION

Según el Programa de ahorro y eficiencia Energética en edificios públicos de la Subsecretaría de energía eléctrica de la Nación, en su *Diagnóstico Preliminar de Potenciales de Ahorro Energético*, los edificios pertenecientes a la Administración Pública Nacional (APN) representan un importante ejemplo de derroche energético y, por lo tanto, detentan un elevado potencial de ahorro. Por lo tanto, las acciones que se desarrollen para aumentar la eficiencia con que se utiliza la energía, además de su carácter ejemplar poseen algunas características beneficiosas:

- a) el potencial de ahorro técnico y económico en energía y demanda de potencia es alto;
- b) dada la magnitud de este subsector, cualquier medida generalizada que se tome dentro de este ámbito tendrá impacto en el resto del mercado
- c) el aprendizaje y las herramientas que se desarrollen en este ámbito podrán ser reproducidos o trasladados a otros niveles institucionales: provinciales, municipales e inclusive dentro del sector privado, multiplicando aún más los beneficios a obtener.

Las medidas edilicias, (características constructivas, orientaciones, morfología edilicia, características de la envolvente, ganancias internas, organización espacial interior de las áreas de trabajo entre otros factores) están consideradas como uno de los aspectos de eficiencia energética que, articuladas con otras medidas (utilización de tecnologías eficientes, servicios energéticos prestado, comportamiento del usuario) compone las estrategias fundamentales del Programa de Ahorro y Eficiencia energética en edificios públicos.

Podemos considerar instrumentos para la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a las normativas relacionadas con la calidad térmica edilicia, las cuales deben ser revisadas y actualizadas continuamente. La calidad de la envolvente edilicia puede ser evaluada en cuanto a la calidad térmica de edificios y el ahorro de energía en calefacción. Así también el coeficiente volumétrico de pérdidas de calor ( $G_{CAL}$  en  $W/m^3^{\circ}C$ ) orientado al ahorro de energía en calefacción propuesto por la Norma IRAM 11604, y la transmitancia térmica ( $K$  en  $W/m^2.K$ ) para muros y techos según tres niveles de calidad propuestos por estas normas permitiría regular la calidad térmica de las construcciones. Las normas IRAM 11601/96; 11605/96 y 11625/02 recaban información acerca de la situación higrotérmica teórica de muros y cubiertas, verificando estos en cuanto a transmitancias térmicas y riesgo de ocurrencia de condensaciones invernales.

Este trabajo se enmarca dentro del un proyecto de investigación que se lleva adelante en la cátedra *Estructuras II* - FAU - UNNE, titulado “*Evaluación térmico-energética de las sedes edilicias de las Facultades de Arquitectura y de Ingeniería de*

---

<sup>1</sup> Mgter. Ing. Electr. Prof. Univ. Investigadora FAU – UNNE.

<sup>2</sup> MSc. M. Ing. Arq. Prof. Univ. Investigador FAU – UNNE. Director proy. investigación SGCyT – UNNE

<sup>3</sup> Mgter. Arq. Esp. Prof. Univ. Investigadora FAU – UNNE. Co-directora proy. investigación SGCyT – UNNE.

<sup>4</sup> Ing. Esp. Prof. Univ. Investigador Depto. Termodinámica - GIDER –FI – UNNE.

la UNNE”, orientado a la evaluación térmica y energética de los edificios de las Facultades mencionadas y a la propuesta de medidas correctoras, desde el diseño tecnológico, tendientes a lograr un uso más eficiente de la energía en dichos edificios.

Dentro del citado proyecto, el objetivo del trabajo aquí expuesto fue abordar varios aspectos, para la obtención de información en cuanto al comportamiento *dinámico térmico-energético* y análisis del diseño tecnológico-constructivo de aulas del edificio de la FAU-UNNE. Por un lado realizar un estudio del comportamiento higrotérmico de las diferentes tipologías de cerramientos verticales perimetrales de las aulas según las metodologías de análisis dispuestas por IRAM. Por otro lado, se pretende ampliar esta información con el estudio del desempeño térmico de las aulas de la FAU a través del programa Simedif, comparando los resultados de las simulaciones con las mediciones experimentales realizadas en un periodo de invierno del año 2011 (Alías, H. et al 2011) en el que se relevaron y monitorearon 6 aulas del mismo edificio.

El trabajo esta acotado para las aulas 4, 6 del sector *viejo* y 11 del sector *nuevo* del edificio de la FAU, en pos de obtener información de dos aéreas constructivamente diferentes del mismo. De esta forma se emplean datos ya obtenidos (Monitoreo Térmico), que se analizan aquí más detalladamente, y que sirven de insumo para la simulación con Simedif. Finalmente el análisis de la situación higrotermica de los componentes de la envolvente de estas aulas con la normativa IRAM vigente nos permitirá obtener una información detallada de los aspectos constructivos de las mismas.

*Descripción del sector en estudio: Aulas 4, 6 y 11 de la FAU –UNNE*

El edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la UNNE está implantado en el Campus Universitario de la Av. Las Heras, en el sector centro – sur de la ciudad de Resistencia, Chaco (Latitud: 27,45°; Longitud: 59,05° Oeste; Altitud: 52 msnm), en un área urbana de media densidad. Se erigió originalmente a fines de la década de 1950 Presenta un partido abierto, con espacios organizados en torno a patios centrales que funcionan como pulmón de los bloques, y la vez sirven de expansión. Dichos bloques presentan galerías corridas tanto al interior como al exterior, generando protecciones climáticas y espacios nexos entre el interior y el exterior de los bloques edilicios.

Condiciones Térmicas Exteriores		Condiciones Térmicas Interiores	
Temp de diseño exterior invierno	5,9 °C	Temp de diseño interior	20 °C
Temp de diseño exterior verano	35,9	Humedad relativa interior invierno	75%
Humedad relativa exterior	90%	Presión de vapor interior	1,55
Presión de vapor exterior de invierno	0,83	Resis superf interior	0,13
Resistencia superficial exterior	0,04	<i>K verano, K invi y condens intersticial</i>	
		Resis superf interior	0,17
		<i>K verano(techos), K (invierno y condensac interstic (entrep) condensac super (muros, techos y entrep)</i>	
		Resis superf interior	0,10
		<i>K verano(entrepiso), K invierno y condensac intersci (techos)</i>	

Figura N°1: Condiciones térmicas exteriores e interiores para la provincia del Chaco

El edificio de la FAU presenta así dos sectores, “antiguo” y “nuevo”, bien diferenciados tanto en el aspecto tecnológico (por los materiales empleados en los cerramientos perimetrales), como en el formal-espacial y funcional:

El *sector “nuevo”*, Iniciado en la década del '90 y finalizado en 2010, consiste en dos bloques de tres pisos unidos por un bloque principal que funciona como hall y conector. Alberga los espacios interiores de mayores envergaduras en cuanto a volúmenes, cantidades de usuarios e intensidades de uso: 6 aulas – taller, un Auditorio y núcleos de sanitarios. Se resuelve mediante estructuras portantes prefabricadas de hormigón armado y cerramientos verticales de mampuestos artesanales compuestos (muros dobles con cámara de aire y muros de múltiples capas, para los diferentes niveles).

El *sector “antiguo”*, que alberga 5 aulas, el sector administrativo, no docente y de maestranza, sector de despachos de autoridades, Biblioteca de la facultad, Centro de Informática, oficinas y bloques de sanitarios. Presenta muros divisorios interiores de ladrillos comunes macizos de espesores constantes no menores a 0,20m y de un máximo de 0,40m.

Las aulas 4 y 6 se encuentran en el sector viejo del edificio de la FAU. Presenta una cara al exterior, con aventanamientos, que son protegidos por una galería perimetral, además las aberturas tienen dispositivos de oscurecimiento. El aula 6 presenta una cara al exterior, con aventanamientos, que son protegidos por la volumetría del *edificio nuevo*. Ambas aulas constituyen un sistema que utiliza tecnologías habituales o tradicionales "húmedas", que usa mampostería de ladrillos macizos comunes, y capas de MAR en ambas caras de los muros. La cubierta esta compuesta por estructura de madera, cabreada, correas, tirantes más listoncillos, membrana plástica y tejas coloniales, clavadas a la estructura de listoncillos. El cielorraso se conforma como superficies independientes que poseen su propia estructura, fijada a los extremos de los muros perimetrales. Estructura de madera, malla sima, y capas de MAR, terminación al yeso.

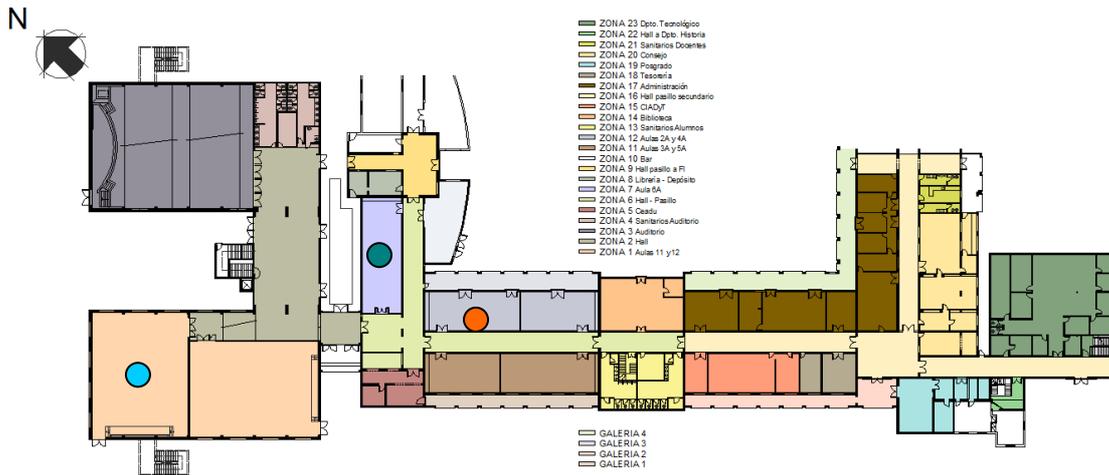


Figura N° 2: Zonificación Planta Baja – FAU – UNNE y Relevamiento y Monitoreo térmico. Ubicación de sensores de temperatura en planta baja. Referencias: ● Aula 4 ● Aula 6 ● Aula 11

### Monitoreo Térmico

Se realizó una campaña de medición del comportamiento térmico de las seis aulas definidas, durante el período comprendido entre el 30 de junio y el 14 de julio de 2011 (14 días corridos, las 24 hs. de cada día). En este trabajo solo utilizaremos los datos referidos a las 3 (tres) aulas en estudio: 4, 6 y 11. Los datos de radiación solar sobre superficie horizontal y temperatura ambiente externa fueron obtenidos a través de una campaña de medición de las variables registradas durante el monitoreo, fueron: *Temperatura ambiente exterior a la sombra; Temperatura de bulbo seco de las 6 aulas definidas; HR ambiente exterior; Radiación solar global sobre superficie horizontal*. Hasta el 9 de julio se registraron temperaturas exteriores de entre 6 °C y 18 °C, con valores de entre 50 y 75% HR ambiente exterior, representativas de días de invierno extremo y moderados de la ciudad de Resistencia, en tanto que a partir del 9 de julio se produjo un ascenso gradual de temperatura, con mínimas de 12°C y máximas de hasta 31°C, con valores de HR de entre 75% y 95%. Se registraron valores de radiación solar global máximos promedio de 660 W/m<sup>2</sup> (para días de cielo claro) y extremos de 825 W/m<sup>2</sup>, para las 13,30hs.aproximadamente.

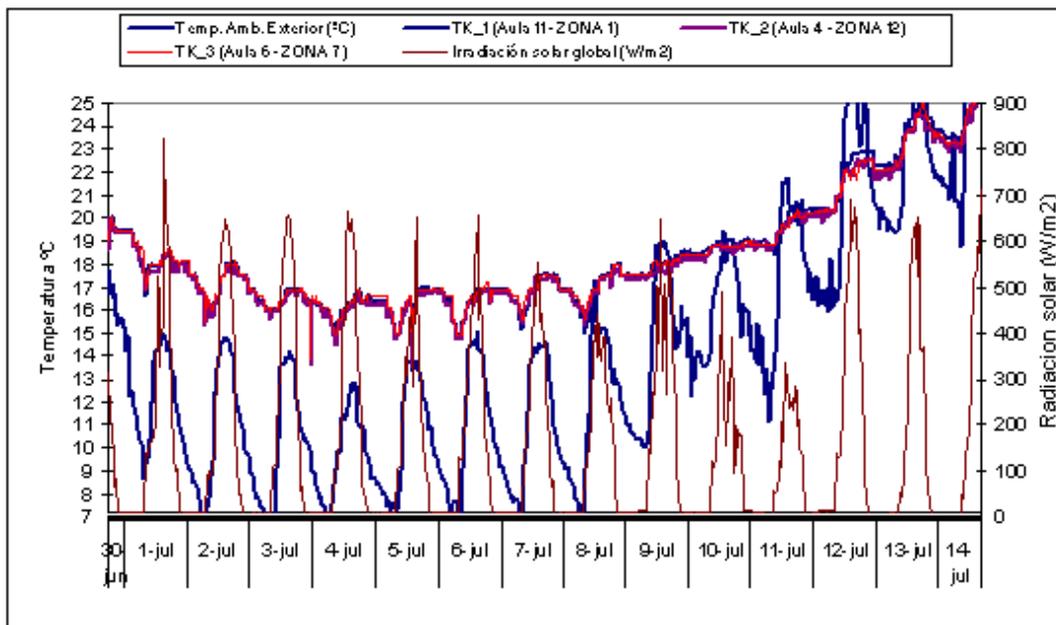


Figura N° 3: Valores del monitoreo térmico en las aulas 4,6 y 11

### Resultados del Monitoreo

Los valores de temperaturas interiores de las 3 aulas monitoreadas, durante los días de registro, se exponen en la figura N° 3. Entre el 2 y el 8 de julio, días de los registros térmicos exteriores más bajos, las temperaturas de las 3 aulas se mantuvieron, durante las 24 hs. de cada día, por debajo del límite inferior de la banda de confort fijada (19°C - 29°C), registrando mínimas de 14°C y máximas de 18°C. Las aulas estuvieron en condiciones de uso normal durante el monitoreo. El aula 4 presenta el mayor desconfort térmico a las bajas temperaturas durante las 24 horas. Las aulas 6 y 11 presentan una diferencia entre 1 y 2 grados de temperatura respecto del aula 4, mejorando mínimamente sus condiciones, advirtiendo que el aula 11 presenta mejor respuesta térmica que el aula 6. Tan sólo a partir del 9 de julio, en que las temperaturas exteriores empiezan un marcado y progresivo ascenso, las temperaturas interiores de las aulas alcanzan los 19°C y suben gradualmente hasta alcanzar un máximo de 26°C el 14 de julio.

La amplitud térmica exterior diaria registrada fue de 8°C para el 3 de julio (uno de los días más fríos registrados, junto con el 4 de julio) y de 12,5°C para el 14 de julio (día más cálido registrado); en tanto que la *amplitud térmica interior promedio diaria* registrada fue de 2,5°C para el 3 de julio y de 4°C para el 14 de julio. La figura 4 muestra la evolución de temperatura de las 3 aulas monitoreadas para el día más frío registrado (4 de julio). El aula 4 presenta, en general, las temperaturas más bajas con respecto al aula 6 y Taller 11. Esto se debe al escaso ingreso de Radiación solar debido a la protección de una galería y su orientación le permite contar con solo un lado (NE) al exterior. La figura 4 muestra la evolución de temperatura de las 3 aulas monitoreadas para el día más frío registrado (4 de julio).

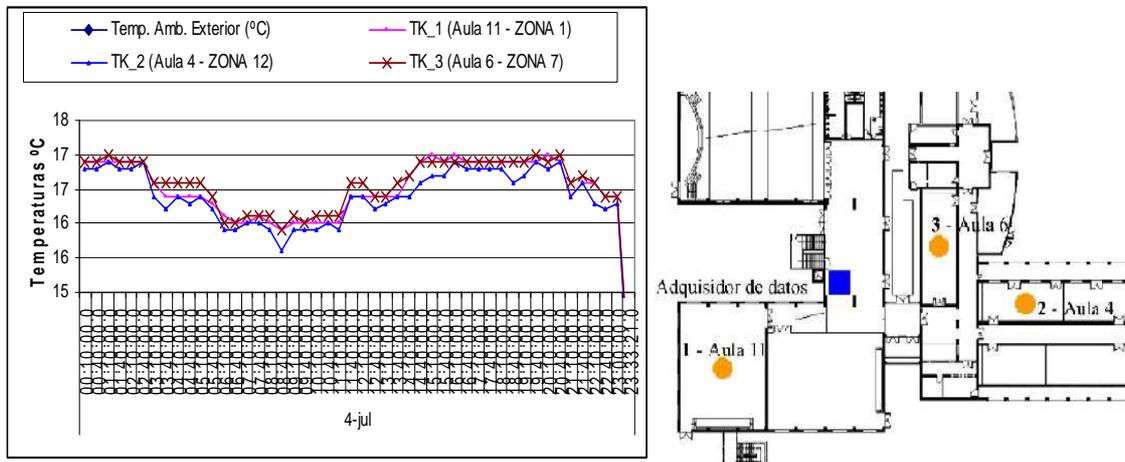


Figura N°: 4: Evolución de las temperaturas para las 3 aulas, para el día 4 de Julio – Planta de las aulas monitoreadas con ubicación de termocuplas t adquisidor de datos.

#### Simulación con Simedif

Se realizó una simulación dinámica de desempeño térmico del edificio con el programa Simedif para el mismo período monitoreado (del 30/06/2011 al 14/07/2011), según la zonificación ya planteada y ajustando los datos y parámetros, en el modelado de cada aula, a los datos reales registrados mediante el relevamiento de ocupación (cantidad de usuarios, tipo de vestimenta y de actividad, horarios de encendido de luminarias y otros equipos, según horas y días) durante los días de monitoreo in situ, a efectos de lograr mayor precisión del modelo físico. Se tuvieron en cuenta, las condiciones de vínculo reales de las aulas analizadas con las aulas contiguas.

El programa *SIMEDIF para Windows*, fue desarrollado en el INENCO (Instituto de Investigación en Energía No Convencional) como una herramienta de diseño y simulación del comportamiento térmico transitorio de edificios con acondicionamiento natural. Se adoptaron valores de renovaciones de aire 1 renov/hora para las aulas 4 y 6, y 0.5 renov/hora para el aula 11. Como se contaba con datos medidos de temperatura exterior se hizo el promedio hora a hora y se ingresan estos datos al programa.

Cada aula se zonificó en un solo local. El entrepiso del aula 11 se simuló como tabique, con un coeficiente  $C$  de conductividad térmica ( $C=k/e$ , con  $k$  la conductividad térmica en  $W/m^{\circ}C$  y  $e$  el espesor en m) de  $2.14 W/m^2C$ . Las propiedades físicas de los materiales utilizados se obtuvieron a partir de tablas. Se utilizaron coeficientes convectivos interiores de 6 y 8  $W/m^2 C$  (para superficies no asoleadas y asoleadas, respectivamente) y coeficientes convectivos exteriores de 17  $W/m^2 C$ , valor obtenido a partir de la expresión (Duffie y Beckman, 1991):  $h = 5.7 + 3.8 v$  En donde  $h$  es el coeficiente convectivo en  $W/m^2 C$  y  $v$  es la velocidad media de viento en m/s, que para el periodo en estudio fue del orden de 3 m/s (invierno). Para las ventanas que poseen postigones se utilizaron valores de transmitancia térmica de 5.8 (día) y 2.8  $W/m^2C$  (noche).

La presencia de las superficies importantes como el bloque de los talleres (talleres 7, 8 y 10) impide el asoleamiento directo de la pared noroeste del aula 6 por lo que el área de radiación es igual a cero. A continuación se muestra la simulación con Simedif junto con los datos medidos. Durante la semana de monitoreo en que las aulas estuvieron ocupadas por docentes y alumnos.

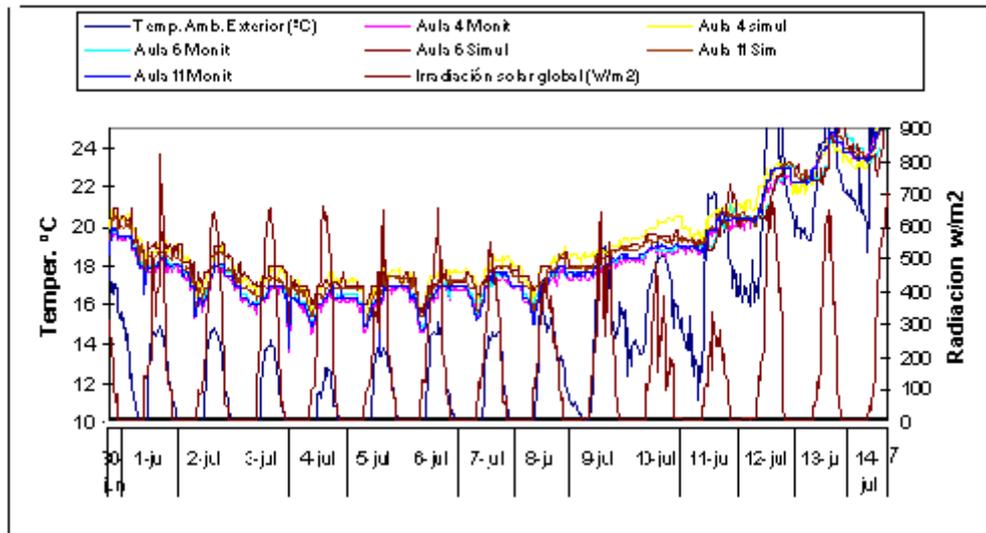


Figura N° 5: Simulación y monitoreo de temperaturas de las aulas 4,6 y 11

Al igual que los registros del monitoreo, según los resultados de la simulación, las 3 aulas de la muestra definida presentan temperaturas, hasta el día 09/07, que durante las 24 horas de cada día se mantienen entre 2°C y 4°C por debajo de la mínima confortable definida para invierno (19°C), registrando mínimas de 9,8 °C y máximas de 18,5°C (figura 5). A partir del 09/07, en que la temperatura exterior empieza a subir hasta alcanzar los 31°C el 14/07, las temperaturas internas de las aulas empiezan a registrar máximas que alcanzan los 19°C el 10/07 y recién el 12/07 se mantienen las 24 hs. dentro de la franja prefijada de confort.

Se observan diferencias de valores de temperaturas simuladas con respecto a las monitoreadas para el aula 6 y 4 (sector viejo) de hasta 4 °C. Esto ocurre particularmente en periodos de desocupación de las aulas (fin de semana), señalando esto la fuerte dependencia de las cargas internas (luminarias, equipos, personas) para los resultados simulados. Los valores de infiltración de aire ingresados al programa implicaron sensibles variaciones en la amplitud térmica simulada, lo que decidió tomar éstos como variable de ajuste para lograr una mayor correlación con valores medidos.

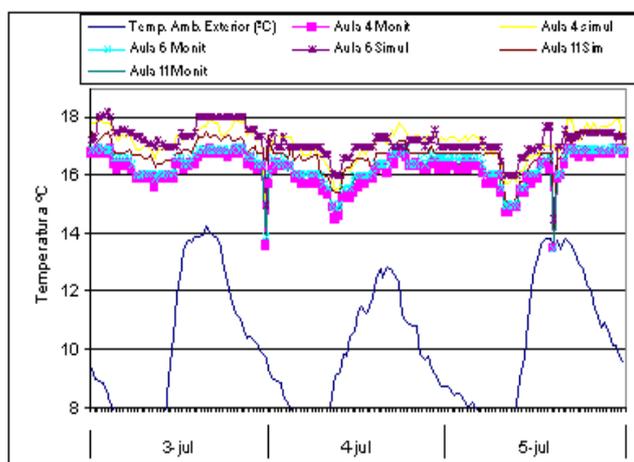


Figura N° 6: Simulación y monitoreo de las mismas aulas para los días mas fríos del periodo analizado. Exterior del Aula 11

Se verifica una excelente correspondencia con la temperatura media, aproximadamente 18,5°C y muy buena correspondencia con las temperaturas máximas y mínimas, aproximadamente 1°C de diferencia. En general coinciden las horas de ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas constatándose en algún caso desfasaje máximo de media hora. Durante las horas de sol en invierno y temperaturas máximas exteriores de 12,6°C, se observa que el aula ubicada hacia el Noroeste presenta temperaturas mayores que la del ambiente exterior y amplitudes térmicas más altas que las aulas 4 y 6 siendo estas las más frías ya que cuentan con poca ganancia directa y temperaturas máximas de 16°C. Denota, esto, que estas condiciones están claramente fuera del área de confort, por lo que es necesario el uso de calefacción auxiliar convencional durante todo el día. La figura 6 muestra valores de temperaturas medias monitoreadas en correspondencia con las temperaturas medias simuladas para los días más fríos del periodo analizado 3, 4 y 5 de Julio de 2011.

*Análisis de Variables Higrotermicas*

Mediante la aplicación de las normativas IRAM de habitabilidad vigente (según normas IRAM 11601, 11605, 11625, 11630, 11507-1 y 11507-4), se recabo información teórica acerca de la situación higrotermica de componentes de la envolvente de las tres Aulas en estudio.

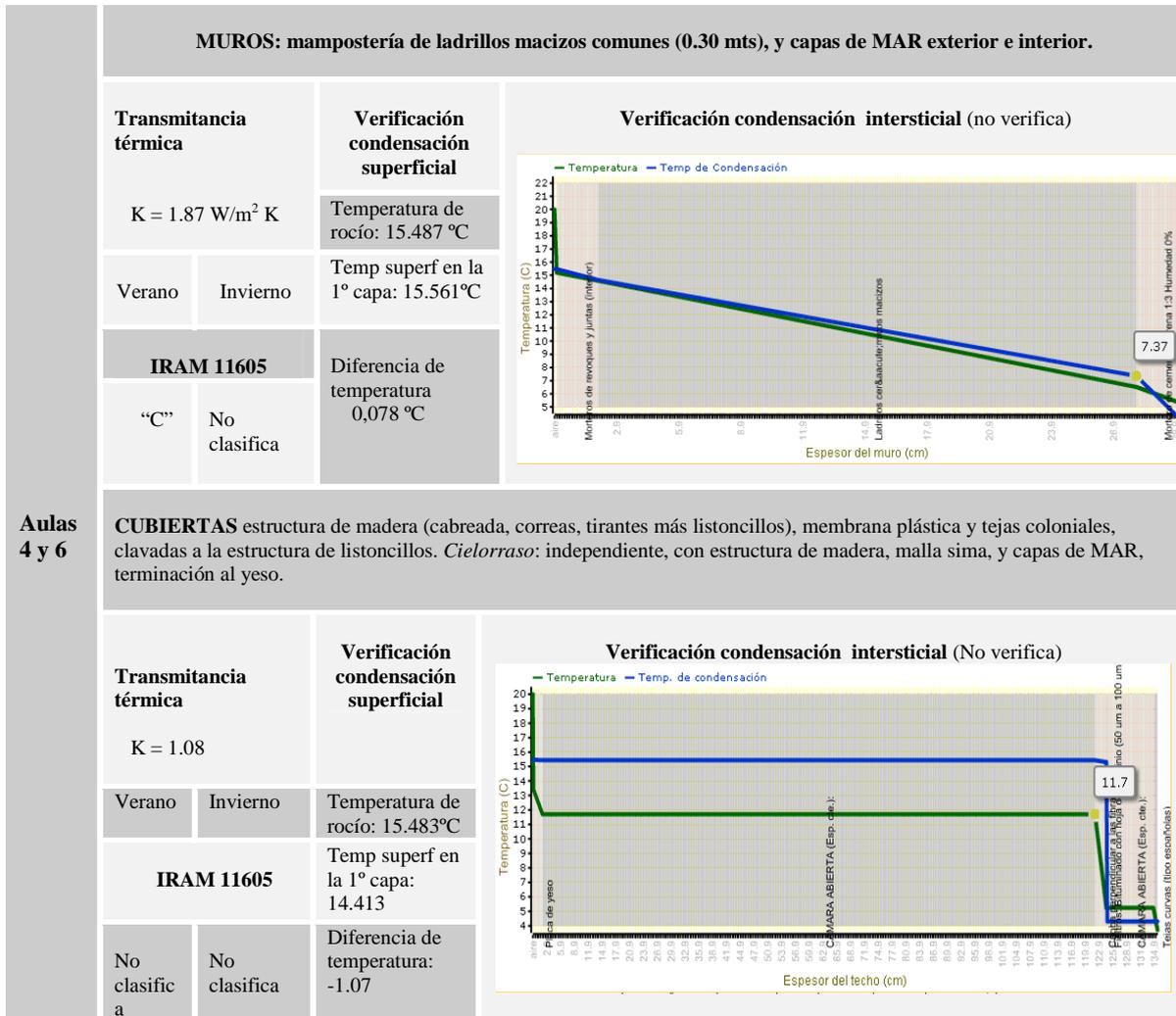


Figura N°7: *Tabla de Resultados de la verificación normativa numérica de parámetros higrotérmicos para las aulas 4 y 6 de la FAU-UNNE*

*Resultados del análisis higrotermico según normativa IRAM*

La categorización del nivel constructivo se efectuó según la Norma IRAM 11605/96, que establece los valores máximos admisibles de K para cada nivel. Dichos valores son más exigentes para cubiertas que para muros, por ser las cubiertas los elementos más expuestos a la radiación solar. En ambos casos los valores de K no superan los 2 W/m<sup>2</sup>, los muros de las aulas 4 y 6 se sitúa en un nivel "C" mínimo aceptable o no clasifica. Para la cubierta se observa que no clasifica la norma para ninguna estación.

Tanto las verificaciones de los valores de transmitancia térmica, condensación superficial e intersticial para las aulas 4 y 6 son deficientes en muros y la cubierta. Esta situación demuestra la precariedad con la que se resuelven las características constructivas de la epidermis edilicia del edificio FAU. En general, la situación higrotermica teórica de los componentes analizados resulta preocupante, ya al no considerarse la normativa pueden producirse patologías constructivas y generación de ambientes interiores fuera de las condiciones de confort.

En ambos casos (Figura 8) también, para el análisis del aula 11, los valores de K no superan los 2 W/m<sup>2</sup>, los muros se sitúan en un nivel "C" mínimo aceptable. Para la cubierta (entrepiso) se alcanza el nivel medio "B" para la estación de verano, y un nivel "A" para la estación de invierno. Tanto las verificaciones de los valores de transmitancia térmica, condensación superficial e intersticial son precarios en los muros demostrando la precariedad con la que resuelven las características constructivas de este cerramiento.

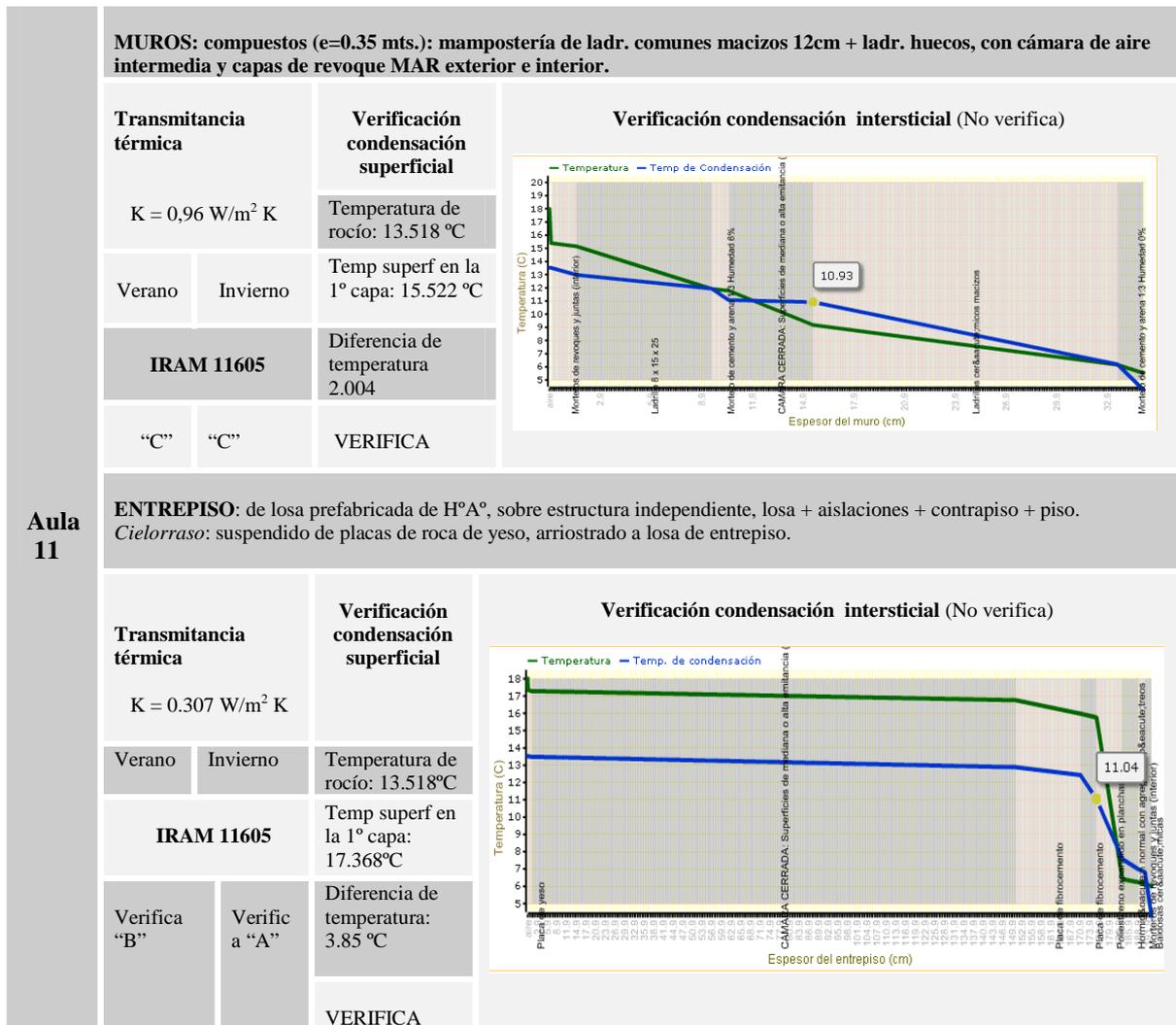


Figura N°8: Tabla de Resultados de la verificación normativa numérica de parámetros higrotérmicos para el aula 11 de la FAU-UNNE

### CONCLUSIONES

El trabajo muestra el comportamiento térmico e higrotérmico de tres aulas, dos del sector viejo y una del nuevo, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo a través de análisis higrotérmico que plantean las normas IRAM, monitoreo del desempeño térmico en condiciones reales de uso, y finalmente contrastación con simulación dinámica, para un periodo de 15 días de la estación invernal. Se intento lograr representatividad de las diferentes tecnologías constructivas de las envolventes al tomar dos aulas del sector viejo y una del nuevo. Los resultados del monitoreo térmico han detectado problemas de disconfort térmico para las tres aulas en estudio durante la mayor parte del periodo estudiado, verificándose valores por debajo del límite inferior de la franja de confort regional (19 °C – 29°C)

Habiéndose realizado una simulación mediante el programa Simedif de 3 aulas del edificio de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNNE, también se han detectado problemas de disconfort (o déficits de bienestar higrotérmico) con temperaturas interiores que, durante el 65% del período de registro se hallaron por debajo del límite inferior de la franja de confort regional definida. Los resultados de la simulación con Simedif arroja similitud con los valores monitoreados, pero en periodos de desocupación de las aulas (fin de semana y receso) el ajuste no es óptimo, verificándose la dependencia de las cargas internas (iluminación, alumnos, etc) en los resultados de la simulación. No obstante se considera aceptable el grado de ajuste y aproximación entre los resultados simulados y monitoreados, lo que demuestra la viabilidad de estas herramientas en el estudio del desempeño térmico de edificios.

Se pudo esbozar un panorama general del desempeño higrotérmico teórico (según verificaciones y procedimientos de cálculo definidos por Normas IRAM de habitabilidad vigentes) de componentes de la envolvente de las tres aulas del edificio de la FAU contribuyendo a una caracterización de parámetros relacionados con la eficiencia energética del sector edilicio institucional en el NEA. Tanto las verificaciones de los valores de transmitancia térmica, condensación superficial e intersticial para las aulas 4, 6 y 11 son deficientes en muros y la cubierta, salvo el entrepiso del aula 11. En general, la situación higrotérmica teórica de los componentes analizados resulta precaria, lo que alienta a proponer soluciones

que optimicen el comportamiento higrotermico en la época de invierno.

Por los resultados obtenidos, el edificio analizado, que constituye una tipología constructiva prototípica tradicional representativa de muchos edificios institucionales de la década del '50, constituye un caso de desempeño térmico regular durante días de invierno típicos de la zona "Ib", que demandaría climatización artificial durante los horarios de ocupación. A priori, y en función de los resultados obtenidos, se harían necesarias propuestas de mejoramiento de las envolventes de los locales, que optimicen el desempeño térmico invernal en el edificio, a la vez que resulten transferibles al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de otros edificios del Campus UNNE.

#### REFERENCIAS

- Alías H. *et al* (2011) "Monitoreo térmico de aulas de la facultad de Arquitectura y urbanismo de la UNNE (resistencia, Chaco) en días de invierno y condiciones reales de ocupación". Revista AVERMA Volumen 15, pp 81-89- ISSN 0329-5184
- IRAM. Normas de *Acondicionamiento Térmico de Edificios: 11605/96: Condiciones de Habitabilidad en Edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.*
- Ley 13059. Decreto 140/2007
- Programa *SIMEDIF para Windows*, S. Flores Larsen, G. Lesino, L. Saravia, D. Alía - INENCO - UNSa – CONICET Salta - Argentina
- Duffie J. A. y Beckman W. A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2ª edición, pp. 54-59. Wiley Interscience, New York.
- IRAM 11.601, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Métodos de cálculo. [www.iram.com.ar](http://www.iram.com.ar)
- IRAM 11.603, 1981. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios.
- IRAM 11.603, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- IRAM 11.625, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Verificación de riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos exteriores en edificios.
- Secretaría de energía de la Nación. Programa de ahorro y eficiencia Energética en edificios públicos. *Diagnóstico Preliminar de Potenciales de Ahorro Energético.* [www.energia3.mecon.gov.ar](http://www.energia3.mecon.gov.ar)

**SUMMARY:** The aim of this study was to conduct a detailed study of two different sectors of the building constructively FAU-UNNE with IRAM standards verification, analysis and simulation of thermal monitoring with Simedif program. Monitoring and classroom simulation was carried out for the winter period of 14 days of July 2011 in the city of Resistencia. Are checked quite acceptable fit between measurement and simulation of the three monitored classrooms, corroborate thermal discomfort problems for most of the period, with values below the lower limit of the range of regional comfort. The hygrothermal situation analysis of the components of the envelope of these classrooms with the regulations in force threw IRAM thermal transmittance values, surface and interstitial condensation classrooms for 4, 6 and 11 deficient walls and roof, except the mezzanine classroom 11.

**Keywords:** Thermal comfort - Simulation - Energy conservation - Monitoring - Faculty of Architecture and Urbanism.