

AMPLIACIÓN FACULTAD DE ARTES - UNT. CONSIDERACIONES PARA UNA ENVOLVENTE ADAPTADA AL CLIMA LOCAL

Arq. C.F. Martínez¹ ; Arq. H. Ahumada Ostengo², Arq. Raimundo D. Rubio³

¹Asesoramiento bioclimático - Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente - Instituto de Acondicionamiento Ambiental
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán

Av. Roca 1900 – CP 4000 – S.M. de Tucumán – Tucumán – Argentina Email cfernandamartinez@yahoo.com.ar

²Autor de proyecto - Cátedra de Taller - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán

³Asesoramiento patrimonial - Cátedra de Teoría e Historia de la Arquitectura - Facultad de Arquitectura y Urbanismo – UNT

RESUMEN: La Facultad de Artes es un edificio de características singulares, compuesto por construcciones de diversas épocas, patrimonio arquitectónico de la UNT. El mismo no cuenta con suficiente espacio para albergar todas las carreras que se dictan en él, y por ello se desarrolló un proyecto de refuncionalización y ampliación, cuya construcción se inició a finales del 2009. En la propuesta se plantearon como fundamentales la visión patrimonial y sobre todo la arquitectónico-ambiental, buscando que el nuevo edificio educativo, de 7600 m², brindara buenas condiciones de confort interior, especialmente en el aspecto térmico para reducir los costos de funcionamiento, acondicionando artificialmente sólo sectores que lo requerían preponderantemente. Para lograr una envolvente adecuada al clima se pensaron cerramientos que logran responder térmicamente a un nivel de confort lo más alto posible según Normas IRAM, y que no presentaran riesgo de condensación. Se tuvo en cuenta la elección de carpinterías, protecciones solares y colores, así como aspectos básicos de orientación y forma.

Palabras clave: Arquitectura bioclimática, materiales, comportamiento térmico, edificio educacional

INTRODUCCION

La Facultad de Artes de Tucumán es una institución de reconocido prestigio por su contribución a la difusión de la enseñanza de la pintura y la escultura en la Argentina. Actualmente en la misma se dictan las carreras de: Licenciatura en Artes Plásticas, Licenciatura en Teatro, Danza Contemporánea, Diseño de Interiores y Equipamiento, Licenciatura en Música, Intérprete Dramático, Profesorado en Juegos Teatrales, Bailarín en Danza Contemporánea, Profesorado en Danza Contemporánea, Tecnicaturas Universitarias en Sonorización y Fotografía, Curso de Luthería y de Encuadernación. Las modalidades de cursado requieren de espacios amplios, sobre todo para las materias prácticas y talleres. El edificio más antiguo del conjunto original data de 1917, siendo adquirida la propiedad por la UNT en 1964, funcionando desde esa fecha como Escuela de Artes y desde 1985 como Facultad de Artes. Desde entonces sufrió mínimas reformas para adecuarlo a sus nuevas funciones. Dadas las limitaciones de espacio en la sede central, sus dependencias deben distribuirse en diversas partes de la ciudad, generando excesos de gastos presupuestarios por el alquiler, conservación y mantenimiento, además de la falta de identidad definida como institución y de pertenencia y contención para sus alumnos y docentes.

La problemática edilicia y educacional generada por esta situación, llevó a plantear a las autoridades de la UNT la posibilidad de concentrar todas las actividades en un solo predio. Se desarrolló en noviembre de 2007 un programa arquitectónico de ampliación, en el que se tuvo en cuenta la opinión participativa de los profesores a cargo de las diferentes carreras. Durante el año 2008 se desarrolló el anteproyecto y proyecto, trabajándose con un grupo interdisciplinario de 10 asesores en diversas áreas, finalizando a mediados del año 2009 y entregándose toda la documentación requerida.

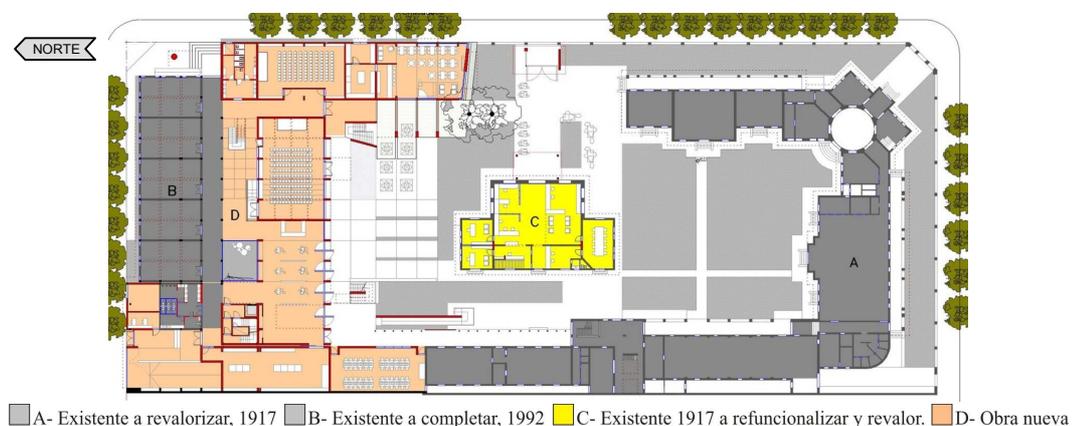


Figura 1: Planta baja general del proyecto con zonificación de áreas



Figura 2: Corte norte – sur por obra nueva y parte de sector existente

El criterio de proyecto para el nuevo edificio, fue el de expresar una arquitectura de su propio tiempo, en diálogo con lo existente y que resolviera con pertinencia las nuevas necesidades funcionales y ambientales. Se consideró un valor fundamental del conjunto original, tanto arquitectónico como ambiental, su esquema funcional que articula a través de un espacio exterior - el patio jardín - los distintos volúmenes y actividades. El patio es el gran vestíbulo al aire libre desde donde se accede a los espacios educativos, lugar de tránsito y encuentro, siendo un elemento bioclimático esencial en climas de características cálidas para posibilitar la captación de brisas veraniegas y de radiación solar invernal. La idea del patio como elemento se mantuvo en el nuevo proyecto en dos versiones, el patio exterior abierto y vinculado al espacio urbano y el patio interior, protegido con una cubierta transparente, como elemento bioclimático fundamental para asegurar adecuada ventilación en los espacios educacionales, que se organizaron en dos bloques paralelos con un eje E-O, para usar al máximo la orientación norte-sur y así posibilitar el aprovechamiento de las brisas dominantes y la radiación solar, figuras 3 y 4. Hacia el este y oeste se ubicaron los espacios que necesitaban contar con acondicionamiento artificial y que por sus características funcionales no requerían de importantes aberturas, como son el Auditorium y las áreas de sonorización y fotografía, figura 5.

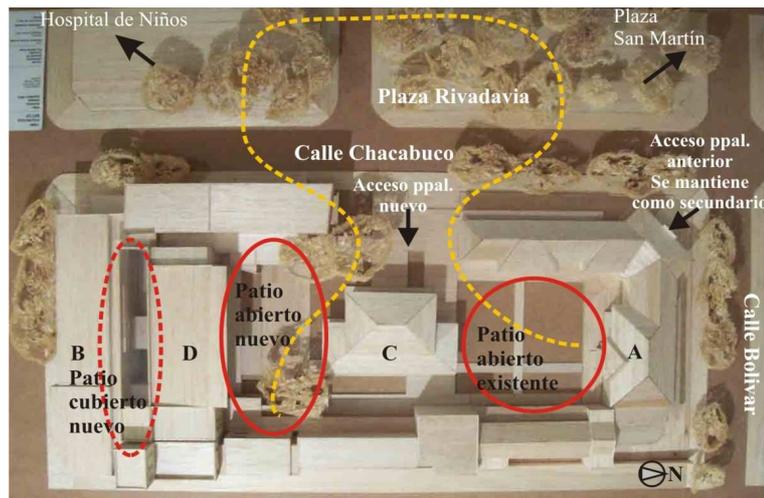


Figura 3: Maqueta del conjunto completo. Áreas abiertas conectoras y relación de continuidad con el espacio urbano



Figura 4: Vista general desde acceso nuevo (sobre calle Chacabuco) hacia el nuevo patio abierto

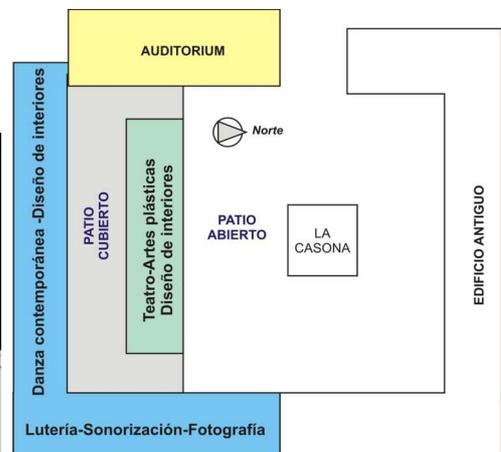


Figura 5: Distribución general de sectores

Desde el punto de vista patrimonial fue necesario realizar una valoración de lo existente, tomando en consideración no solo a los edificios en si mismos, sino también a la obra como conjunto singular. De acuerdo al grado de valor determinado para cada uno, se estableció, por un lado el tipo y grado de refuncionalización necesaria y por otro la relación que tendría con la nueva obra arquitectónica. Como criterios de intervención en el edificio existente, la decisión proyectual se basó en concebir la edificación como punto de partida y referente funcional, técnico y formal de la nueva construcción, por lo cual se estructuró todo el proyecto sobre el concepto de "integralidad", buscando conciliar a todos los elementos existentes, a pesar de sus diferencias de valor, en un conjunto orgánico y funcional, donde cada parte se reconozca como tal -testimonio de su época y función original- pero al mismo tiempo forme parte de un sistema único con una finalidad utilitaria y simbólica común.

CRITERIOS BIOCLIMATICOS CONSIDERADOS EN EL NUEVO EDIFICIO

La zona de ubicación geográfica presenta un clima mixto, subtropical de veranos cálidos y húmedos con temperatura media máxima superior a los 32°C y HR media de 85%, con vientos S y SO de baja frecuencia y velocidad promedio de 12 Km/h. Los inviernos son secos, poco rigurosos, con temperatura media mínima de 6°C y HR media de 65%, vientos S y SO de baja frecuencia y velocidad promedio de 8 Km/h. Para invierno y verano los cielos se mantienen entre cubiertos y semicubierto la mayor parte del tiempo. El promedio de precipitaciones en verano (dic-ene-feb) es de 148,9 mm y para invierno (jun-jul-ago) de 12,6 mm.

Las condiciones climáticas del lugar muestran un período estival cálido y muy húmedo, con poca amplitud térmica, frecuentes lluvias, días mayormente nublados y con poca disponibilidad de vientos. En cambio el período invernal no se presenta como riguroso, pero por ello no debe descuidarse, ya que si bien la situación de inconfort por calor se ve como la sollicitación climática más relevante en el año, el invierno puede presentar ocasiones donde las bajas temperaturas generan situaciones de inconfort durante varios días.

En base en los datos climáticos de la zona (Anuario, 1990) se realizó un análisis bioclimático con diferentes metodologías, figura 6, y a partir de los resultados obtenidos se establecieron las estrategias básicas a tener en cuenta.

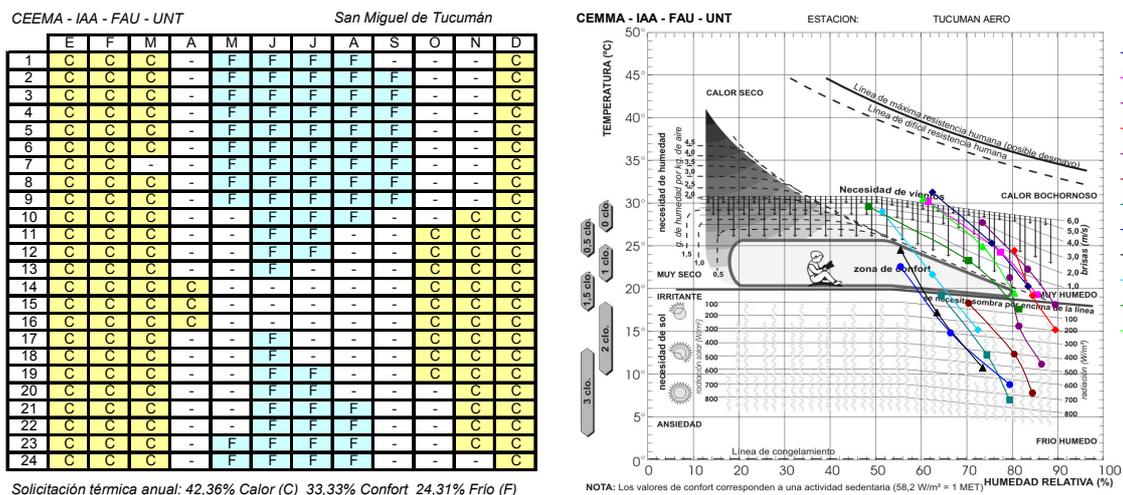


Figura 6: Gráficos de: Exigencias bioclimáticas (izq.) y de Olgay (der.) para la zona de análisis (Gonzalo, 2003)

Del análisis de las condiciones bioclimáticas vemos que en la mayor parte del año se presenta inconfort por calor (42,36%), dándose esta situación durante todo el día en los meses de diciembre a marzo, requiriéndose de protección solar entre noviembre y mayo. El inconfort por frío se presenta entre mayo y setiembre (24% anual), especialmente durante las horas de la noche y la mañana. Las estrategias bioclimáticas básicas consideradas para el diseño del nuevo edificio fueron:

- Verano: 1- ventilación natural, con ventilación cruzada y forzada por efecto termosifón, 2- minimizar la incidencia directa de radiación solar en las superficies transparentes (protecciones solares exteriores), 3- reducir el ingreso de calor y evitar su acumulación en los componentes constructivos del edificio (envolvente aislada).
- Invierno: 1- evitar pérdidas de calor a través de muros y cubiertas (envolvente aislada), 2- uso de calefacción solar pasiva, mediante captación de radiación solar directa por superficies transparentes.

Considerando la necesidad de ventilación natural y calefacción solar pasiva, para aprovechar las brisas SO y la amplia disponibilidad de radiación solar de invierno, se dispuso el espacio educativo más importante y de mayor volumen interior y ocupación - talleres de teatro, artes, diseño interior - con un amplio frente vidriado hacia el norte, resuelto con carpintería de DVH. Atendiendo a la necesidad de controlar la excesiva insolación estival, se dispuso de un sistema de protección solar compuesto por pantallas verticales y un sistema de lamas horizontales, resueltos en hormigón armado, despegado de la fachada a fin de generar un espacio intermedio para permitir la circulación del aire sobre las superficies transparentes para eliminar el aire caliente que se pueda acumular, figuras 7 y 8.

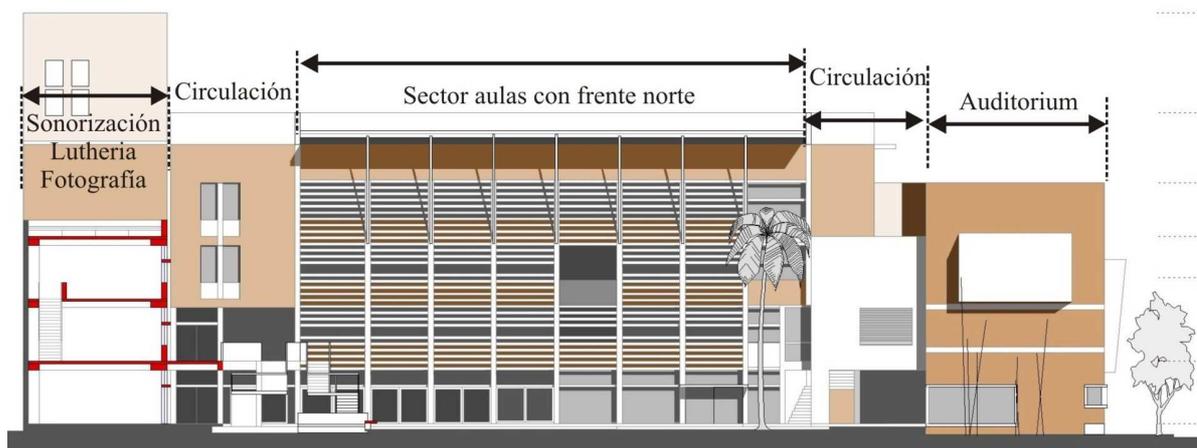


Figura 7: Vista del frente norte (aulas vidriadas y auditorium ciego)

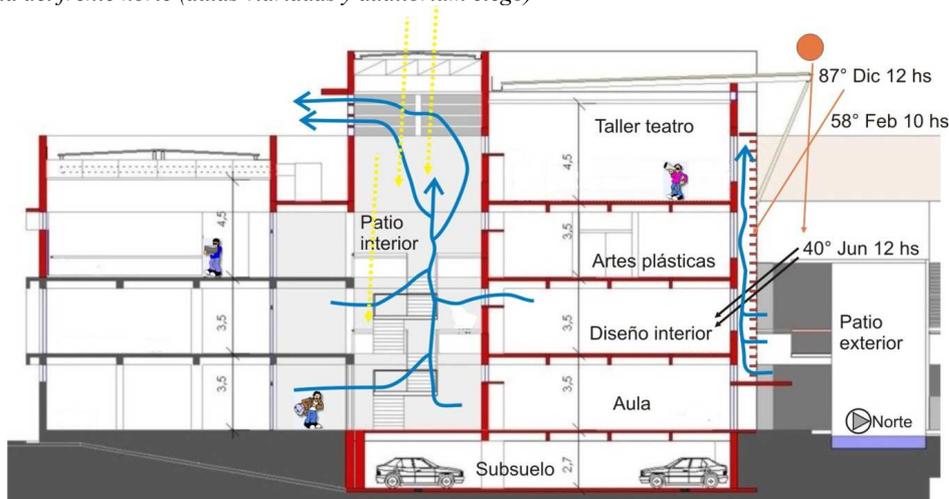


Figura 8: Corte norte – sur por sector de espacios educativos

En los locales orientados al este y oeste las aberturas se reducen al mínimo necesario para controlar la ganancia de calor por incidencia de radiación solar directa en verano. Para disminuir la ganancia-pérdida de calor (verano-invierno) se plantea el uso de carpintería de doble vidriado hermético en puertas y ventanas, tanto en las orientadas al norte como en las orientadas al este y oeste. El uso de DVH, además de mejorar el grado de aislación térmica, evita la condensación de vapor de agua sobre la cara interior del vidrio y reduce el efecto de “pared fría”. Se recomendó la utilización de DVH con un coeficiente de transmitancia térmica no mayor a 1,80 W/m²C (nivel C de norma IRAM), considerando las limitaciones comerciales y económicas del mercado para acceder a sistemas de DVH con un mayor nivel de aislación térmica.

Uno de los aspectos que se tuvo en cuenta fue la elección de los materiales para la envolvente exterior, atendiendo a la necesidad de reducir la ganancia de calor en verano y disminuir las pérdidas en invierno. Se definió la necesidad de utilizar un buen nivel de aislación térmica para que los cerramientos exteriores, tanto verticales como horizontales, cumplieran con el nivel B de transmitancia térmica K exigido por Normas IRAM, tabla 1, a fin de brindar mejores condiciones de habitabilidad en los locales que no cuentan con acondicionamiento artificial y para reducir la carga térmica exterior en aquellos en los que si se utilizará aire acondicionado.

Elemento constructivo	K máximo admisible W/m ² C			
	Nivel B		Nivel C	
	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Muros	1,10	1,00	1,80	1,85
Techos	0,45	0,83	0,72	1,00

Tabla 1: Valores máximo de transmitancia térmica aceptados por norma IRAM (rango para la zona)

La cubierta se resolvió en la mayor parte de su superficie con un sistema de estructura liviana con cubierta exterior de chapa. Para la cubierta del auditorio se consideró además un acondicionamiento acústico especial por ruidos exteriores. Un sector reducido (circulaciones y sectores de desborde en última planta) se planteó con cubierta pesada de losa maciza por la necesidad de disponer de terrazas y sectores técnicos para los equipos de aire acondicionado, tabla 2.

Tipo de cubierta	Sector	Composición constructiva
Plana pesada	Circulaciones, terrazas y espacios técnicos	<ul style="list-style-type: none"> • Losa de H°A° • Poliestireno expandido densidad 5 cm • Contrapiso H° alivianado pendiente 10 cm promedio • Aislación hidrófuga y barrera de vapor de pintura asfáltica • Cielorraso yeso aplicado
Liviana	Auditorio	<ul style="list-style-type: none"> • Chapa • Poliuretano aplicado 4 cm • Cámara de aire • Placa de MDF 0,9 cm • Cámara de aire • Lana de vidrio 10 cm • Barrera de vapor • Placa de roca-yeso • Placa de roca-yeso fonoabsorbente
Liviana	Aulas	<ul style="list-style-type: none"> • Chapa • Poliuretano aplicado 4 cm • Cámara de aire • Lana de vidrio 10 cm • Barrera de vapor • Placa de roca-yeso

Tabla 2: Tipos de cubiertas y componentes constructivos de las mismas

En cuanto a los muros, los mismos se resolvieron con sistemas de composición simple y doble, según los requerimientos de acondicionamiento interior de los diferentes espacios, tabla 3. En los sectores de servicio como los sanitarios o las circulaciones verticales se utilizaron muros simples, mientras que en los espacios principales como aulas, talleres y auditorium se optó por el uso de muros dobles.

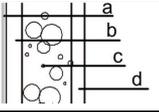
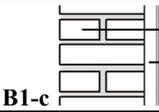
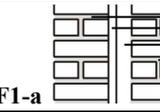
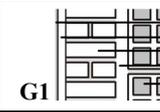
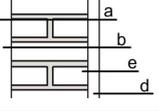
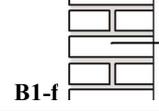
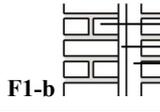
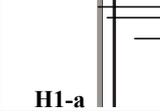
Muros simples Denominación y esquema		Muros dobles Denominación y esquema	
			
			
a- Revoque fino, 0,4 cm b- Revoque termoaislante "Isolteco" c- Hormigón armado 30 cm d- Revoque interior 2 cm e- Ladrillo macizo 27 cm	f- Revestimiento cerámico g- Ladrillo macizo 13 cm h- Ladrillo hueco 12 cm i- Cámara de aire 4 cm j- Azotado cementicio 1,5 cm k- Barrera de vapor	k- Placa fonoabsorbente m- Hormigón armado 15 cm	

Tabla 3: Composición constructiva de los cerramientos exteriores planteados

Se realizaron los cálculos de transmitancia térmica K y la verificación de riesgo de condensación superficial e intersticial para todos los cerramientos. Se utilizaron los programas CEEMAKMP.xls y CEEMACON.xls, desarrollados en el Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA), IAA, Facultad de Arquitectura, UNT. Los mismos siguen los procedimientos y condiciones de cálculo establecidas por las Normas IRAM 11.601, 11.603, 11.605 y 11.625 (Gonzalo et al, 2000a; Gonzalo et al, 2000b; Gonzalo 2003), Figura 9 y 10. Como propiedades termo-físicas de los materiales se adoptaron los valores promedio de conductividad, peso específico, permeabilidad y permeancia establecidos por Normas IRAM 11.601. Las propiedades termo-físicas del revoque termoaislante fueron provistas por el fabricante.

Dado que no se puede tener control cierto sobre el color final de la envolvente vertical, aunque se recomienda un color claro para reducir la cantidad de calor absorbida por la incidencia de radiación solar directa, se estableció un valor de coeficiente de absorción en muros entre 0,60 y 0,80.

Para las cubiertas livianas se consideró un coeficiente de absorción de 0,50, condición de chapa envejecida. Para la cubierta pesada se consideró un coeficiente de absorción entre 0,75 y 0,80, considerando que la misma será tendrá un revestimiento cerámica sobre el cual no se tiene decisión de color, aunque al igual que en el caso de los muros se recomienda un color claro. Teniendo en cuenta las condiciones de color establecidas, para ningún elemento se consideró la corrección por color sobre el valor máximo admisible de K para la situación de verano.

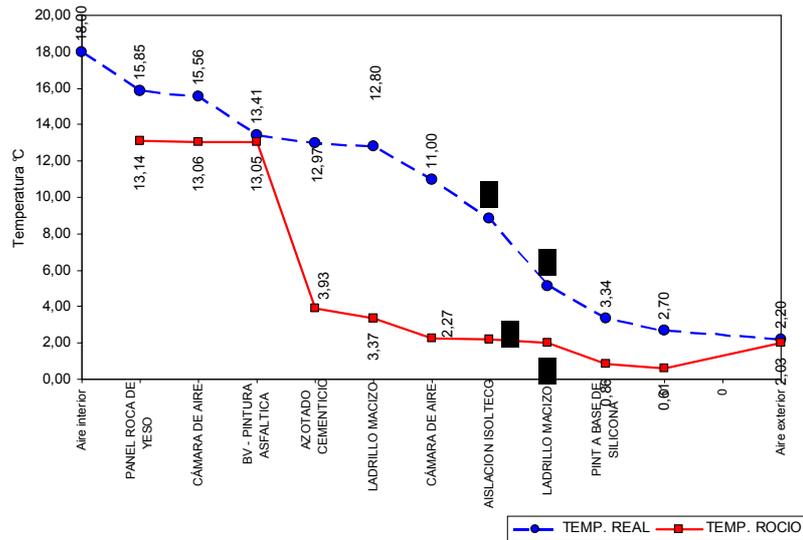


Figura 9: Gráfica de temperaturas (salida del programa) para verificación de riesgo de condensación en muro (temperatura mínima de diseño 2,2°C). Muro F1-a

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT													
PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO													
Muro doble. Ladrillo macizo - CA - ladrillo hueco													
NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE													
Nº	CAPAS	Espesor m	Conduc- tividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	Permea- bilidad g/m.h.KPa	Per- meancia g/m².h.kPa	Resist. vapor tot. m².h.kPa/g	VERIFICA CONDENSACION			
										Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocio (°C)	
										VERIFICA K	SINO		
										MINIMO	SI VERIFICA	SUPERFICIAL	SI VERIF.
										RECOMEN.	SI VERIFICA	INTERSTICIAL	SI VERIF.
										ECOLOGICO	NO VERIFICA		
AIRE INTERIOR			Ver Planilla		Ver Planilla		Ver Planilla		1,60	18,00			
R.S.I.			CONDUC		PERM		PERM						
1	PINTURA LATEX	0,0050	0,170	0,029	800	4,0	7,500	0,13	1,60	15,59	13,14		
2	REVOQUE INTERIOR	0,0200	0,930	0,022	1800	36,0	0,044	0,45	1,56	15,18	12,75		
3	LADRILLO CERAMICO HUECO	0,1200	0,490	0,245	1200	144,0	0,187	0,64	1,41	14,87	11,32		
4	CÁMARA DE AIRE	0,0400		0,170			0,626	0,06	1,21	11,41	8,99		
5	LADRILLO MACIZO	0,1300	0,910	0,143	1800	234,0	0,100	1,30	1,19	9,00	8,74		
6	ASLACION ISOLTECO	0,0150	0,051	0,294	2400	36,0	0,070	0,21	0,78	6,98	2,44		
7	REVOQUE FINO TERMINACION	0,0040	1,160	0,003	2000	8,0	0,044	0,09	0,71	2,81	1,17		
8									0,68	2,77	0,61		
9									#N/A	#N/A	#N/A		
10									#N/A	#N/A	#N/A		
11									#N/A	#N/A	#N/A		
R.S.E.			CONDUC		PERM		PERM		0,68	2,20			
AIRE EXTERIOR									0,68	2,20			

Figura 10: Planilla de datos para el cálculo del coeficiente de transmitancia térmica. Muro G1

Comparando los valores de transmitancia térmica obtenidos para cada elemento constructivo de la envolvente exterior, tabla 5, observa que se alcanza un buen comportamiento térmico en los cerramientos verticales planteados, tanto para el período de verano como de invierno. Los muros A1-a, B1-a, F1-a, F1-b, G1 y H1-a, cerramientos exteriores de espacios habitables principales, verifican con el nivel B de transmitancia térmica. Los muros B1-c y B1-f verifican con el nivel C de transmitancia térmica, lo que se consideró suficiente ya que corresponden a cerramientos exteriores de espacios con poco requerimiento de confort, como lo son los sanitarios o los espacios de circulación vertical.

Para las cubiertas, tanto en la pesada como en las livianas, se logran valores de transmitancia térmica muy buenos, cumpliendo con los requerimientos de una aislación para confort nivel B, tanto en verano como en invierno, tabla 6.

Tipo de muro	Coef. K calculado W/m²°C		Tipo de muro	Coef. K calculado W/m²°C	
	Verano	Invierno		Verano	Invierno
A1-a	0,87	0,87	F1-a	0,04	0,80
B1-a	0,98	0,98	F1-b	0,92	0,92
B1-c	1,69	1,69	G1	0,90	0,90
B1-f	1,59	1,59	H1-a	0,81	0,80

Tabla 5: Valores de transmitancia térmica K determinados para cerramientos verticales exteriores

Tipo de cubierta	Coef. K calculada W/m ² °C		Tipo de cubierta	Coef. K calculada W/m ² °C	
	Verano	Invierno		Verano	Invierno
Domo pasado	0,45	0,42	Liviana aulas	0,22	0,20
Liviana Auditorium	0,26	0,18			

Tabla 6: Valores de transmitancia térmica K determinados para cubiertas

Se espera que la aplicación de las consideraciones de diseño bioclimático en este edificio permitan en conjunto, alcanzar una mejor situación de confort natural, para de esa forma, mejorar la calidad de los ámbitos de educación de esta casa de estudios superiores y reducir significativamente el gasto pagado por la energía usada para el acondicionamiento artificial.

Avance del proyecto

A mediados del año 2009 se entregó a la Dirección de Construcciones Universitarias toda la documentación pertinente del proyecto (planos general, de instalaciones, estructuras, planos técnicos y detalles, cómputos y presupuestos e informe bioclimático).

La obra se inició en diciembre de 2009, con la primera etapa de tres, a un costo aproximada de \$ 10.000.000.

Llevar adelante esta ampliación supone la necesidad de una gran planificación estratégica, no solo a nivel de obra, sino también educacional e institucional, ya que será necesario mudar de forma temporal las actividades desarrolladas en la Facultad de Artes a otras localizaciones, pues la intervención a realizarse es de una magnitud tal que no será posible la coexistencia de las dos actividades en las etapas más complicadas y activas de la construcción.



Figura 10: Vista del frente norte del bloque nuevo y detalle de las pantallas verticales y la armadura para sostén de los parasoles horizontales



Figura 11: Vista interior del bloque en el primer piso (Diseño de Interiores) y sistema envigado de entrepisos

REFERENCIAS

- Anuario, 1990. Anuario del Servicio Meteorológico Nacional, período 1981-1990. Pp. 705-709.
- Gonzalo G, 2003. Manual de Arquitectura Bioclimática, 2º Edición. ISBN 950-43-9028-5.
- Gonzalo G et al, 2000a. Habitabilidad en edificios. Propuesta de normas para Tucumán. ISBN 987-43-2618-2. Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA). Ediciones Santamarina.
www.herrera.unt.edu.ar/fauunt/ceema/publi002.htm.
- Gonzalo G., Nota V, y Martinez C., 2000b. Rediseño y actualización del programa computacional para verificación del riesgo de condensación en cerramientos exteriores. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 4 N° 2, Octubre 2000, pp. 08.81. ISSN 0329-5184. Ed. Milor. Salta. www.asades.org.ar/index0.htm
- IRAM 11.601, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Métodos de cálculo. www.iram.com.ar
- IRAM 11.603, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- IRAM 11.603, 1981. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- IRAM 11.625, 1996. Instituto Argentina de Racionalización de Materiales. Acondicionamiento térmico en edificios. Verificación de riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial, en muros, techos y otros elementos exteriores en edificios.

ABSTRACT: The Faculty of Arts is a singular building which is composed by constructions of many periods and is an architectural patrimony from de National University of Tucuman. This institution, in his actual building, has not enough space to receive all the carriers that it teach, so the university authority decide to made an important enlargement that its began on December 2009. In this project there were two points of view, the patrimonial aspect and the environmental view which is fundamental in order to satisfy appropriate comfort levels in its educational spaces -specially in thermal aspect- using artificial conditioning only in sectors that its need necessarily, with the main goal to diminish the energy consumption. To reach this objective is necessary an external surface adapted to the local climate with a thermal behavior level B settled down by IRAM regulations and without condensation risk. Also was considerate the window type, solar protections, external surfaces colors, and orientation.

Keywords: Bioclimatic architecture, materials, thermal behavior, teaching building