



TÍTULO

**USO DE SISTEMAS PASIVOS Y ACTIVOS EN LA ENVOLVENTE
EDILICIA PARA EL CONTROL CLIMÁTICO**

**APLICACIÓN EN UN EDIFICIO EXISTENTE DE PERÍMETRO
LIBRE EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES**

AUTOR

Claudio Alberto Delbene Saiz

Esta edición electrónica ha sido realizada en 2011

Director John Martin Evans
Curso **VII Máster Propio Universitario en Energías Renovables:
Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible**

ISBN 978-84-694-2200-7
© Claudio Alberto Delbene Saiz
© Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 España.

Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



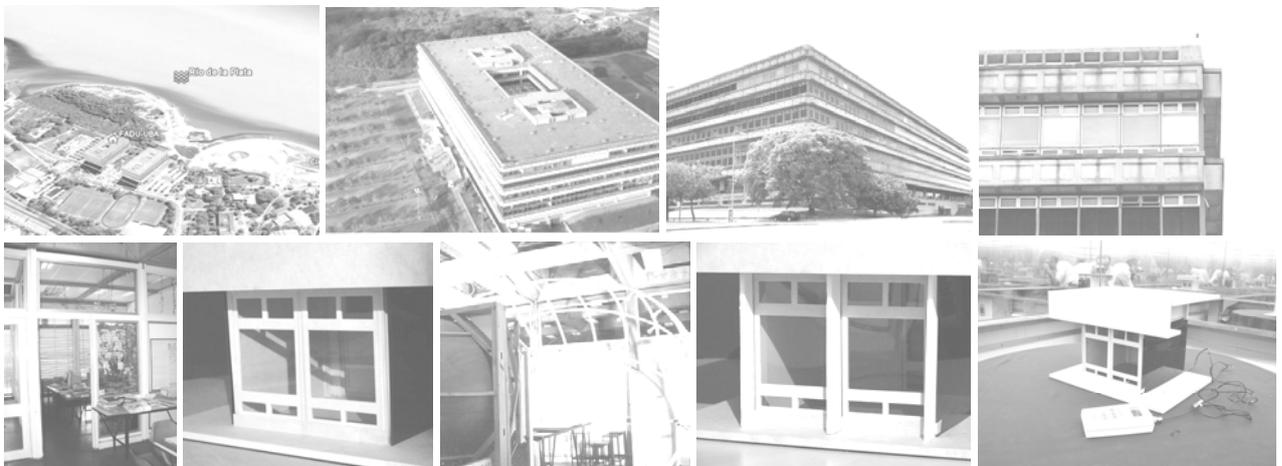
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE ANDALUCÍA

*VII Maestría en Energías Renovables:
Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible*

**USO DE SISTEMAS PASIVOS Y ACTIVOS EN LA
ENVOLVENTE EDILICIA PARA EL CONTROL CLIMATICO
APLICACIÓN EN UN EDIFICIO EXISTENTE DE PERÍMETRO
LIBRE EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES.**

Tesista
Arq. Claudio Alberto Delbene Saiz

Director de Tesis
Dr. Arq. John Martin Evans



Buenos Aires, Argentina

Universidad Internacional de Andalucía - Sede Santa María de la Rábida

RECONOCIMIENTOS

Debo un especial agradecimiento a todos los que apoyaron la concreción y desarrollo de la presente tesis, entre los que deben especial atención:

La Universidad Internacional de Andalucía por la implementación de la VII Maestría en Energías Renovables en Arquitectura y Urbanismo. La Ciudad Sostenible, que permitió la concreción para avanzar en mi formación académica y el apoyo recibido durante el módulo presencial.

El Dr. Arq. Jaime López de Asiaín, Director de la Maestría y a la Dra. Arq. María López de Asiaín, Coordinadora del Cursado, por el apoyo y enseñanza impartido durante cursado del módulo presencial y al aliento y entusiasmo a la distancia durante el desarrollo de la tesis en Argentina.

Los profesores y compañeros de la Maestría que transmitieron sus conocimientos y experiencias para ayudarnos a crecer en el ámbito de las energías renovables.

Mi Director de Tesis, el Dr. Arq. John Martin Evans, catedrático de la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires por su invaluable conducción y apoyo para llegar a la concreción de esta tesis, junto a aliento de la Dra. Arq. Silvia de Schiller.

Al Centro de Investigación Hábitat y Energía por el uso del instrumental del Laboratorio de Estudios Bioambientales, para realizar los estudios, mediciones y simulaciones requeridas para el desarrollo de este trabajo.

A la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo y la Universidad de Buenos Aires, que permitieron el uso módulos de oficinas del edificio para usarlo de ejemplo para el desarrollo de la tesis y su aporte para concretar la posibilidad de asistir a realizar el módulo presencial.

A mis familiares y amigos por el aliento que permitió superar cada momento durante el transcurso del desarrollo de la tesis.



Arq. Claudio Alberto Delbene Saiz

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE FIGURAS	1
RESUMEN.....	7
CAPITULO 1 - INTRODUCCION.....	9
• Introducción.....	9
• Hipótesis.....	9
• Objetivos.....	10
• Metodología.....	10
• Relevancia del tema.....	11
• Elección del caso de estudio.....	12
• Estructura de la tesis.....	12
• Conclusiones a probar.....	13
CAPITULO 2 – ESTADO DEL ARTE CONCEPTOS.....	15
• Introducción.....	15
• Arquitectura Bioclimática.....	15
• Recursos bioclimáticos en arquitectura.....	16
○ Pautas y estrategias de diseño.....	16
• Impacto del sol en edificios.....	16
○ Método gráfico.....	18
○ Simulación física.....	21
○ Simulación virtual.....	22
• Métodos de verificación y simulación de comportamiento térmico.....	23
○ Simulación virtual.....	23
• Conceptos de energías alternativas.....	25
○ Evolución histórica.....	26
○ Impacto ambiental de las fuentes renovables.....	26
○ Las fuentes de energía renovables en la actualidad.....	27
○ Energías alternativas en Argentina.....	28
• Uso de tecnología fotovoltaica.....	29
• Sostenibilidad en arquitectura.....	29
○ Definiciones de desarrollo sostenible.....	29
○ Arquitectura sostenible.....	31
• Conclusiones.....	33
CAPITULO 3 – ESTADO DE ARTE - APLICACIONES EN ARQUITECTURA.....	35
• Introducción.....	35
• Aplicaciones en edificios de perímetro libre.....	35
• Estudio de casos de reemplazo de envolventes.....	38
• Aplicaciones de fotovoltaicos en edificios.....	39
CAPITULO 4 - ANÁLISIS DEL MEDIO.....	43
• Introducción.....	43
• Análisis de datos climáticos.....	43

• Trayectoria solar.....	46
• Análisis de pautas y estrategias para el clima de Buenos Aires.....	47
○ Diagrama con zona de confort según temperatura media y amplitud....	48
○ Diagrama de grados días y temperaturas de diseño.....	48
○ Diagrama psicrométrico.....	48
○ Gráfico de Fanger.....	48
• Conclusiones.....	49
CAPITULO 5 - CASO DE ESTUDIO MEDICIONES Y SIMULACIONES.....	51
• Introducción.....	51
5.1 – ANALISIS DEL CASO DE ESTUDIO.....	51
• Situación de emplazamiento del edificio de estudio.	51
○ Características del entorno.....	51
• Estudio de la envolvente actual.....	53
○ Características del edificio.....	53
○ Características de los módulos de estudio.....	55
5.2 – MEDICIONES IN SITU.....	58
• Condiciones de confort climático e iluminación natural.....	58
5.3 – REGISTRO DE MEDICIONES EN LABORATORIO.....	69
• Realización de maquetas del modulo existente para estudios de asoleamiento e iluminación natural.....	69
• Registro de incidencia solar sobre el módulo en estudio en distintas orientaciones.....	70
• Mediciones en el Cielo Artificial de las condiciones lumínicas naturales existentes en un día desfavorable.....	76
• Evaluación con programas informáticos.....	79
• Los registros.....	80
5.4 – ESTUDIO COMPARATIVO DE RESULTADOS.....	87
• Análisis de la situación existente.....	87
• Conclusiones.....	89
CAPITULO 6 – DESARROLLO Y PROPUESTA DE LA NUEVA ENVOLVENTE....	91
• Introducción.....	91
• Propuesta de la nueva envolvente.	91
• Estudios y mediciones en el heliodón del laboratorio de estudio bioambientales de la nueva propuesta.	96
• Mediciones en el Cielo Artificial, de las condiciones lumínicas naturales en un día desfavorable en el nuevo módulo.	101
• Cálculo de comportamiento térmico mediante el programa Quick	103
• Otros estudios comparativos mediante el uso del programa Quick	104
• Cálculo de radiación sobre superficies factibles de utilizar con fotovoltaicos...	108
• Cálculos de rendimiento de los fotovoltaicos.....	113
• Conclusiones.....	116
CAPITULO 7 - ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
• Introducción.....	119
• Comparativa de las situaciones existente y nueva propuesta.....	119
• Situación existente.....	119

• Comparativa de estudios de asoleamiento.....	121
• Comparativa de estudios de iluminación natural.....	122
• Comparativa del comportamiento térmico simulado con Quick.....	123
• Análisis sobre el uso de fotovoltaicos en las nuevas superficies.....	129
• Conclusiones.....	132
CAPITULO 8 – CONCLUSIONES.....	133
• Introducción.....	133
• Conclusiones según los conceptos que se estudiaron en la tesis.....	133
○ Estudio de las condiciones climáticas locales.	133
○ Materialización de la envolvente.....	133
○ Uso de energías alternativas.....	134
○ Otros conceptos.....	134
• Conclusión general.....	134
BIBLIOGRAFÍA	137
• Bibliografía por capítulo.....	137
○ Capítulo 2.....	137
○ Capítulo 3.....	139
○ Capítulo 4.....	139
○ Capítulo 5.....	139
○ Capítulo 6.....	140
• Planilla de cálculo.....	140
• Bibliografía no referenciada.....	140
• Fotografías.....	140
DIVULGACION.....	141
ANEXOS	
• ANEXO A - Datos climáticos, de confort, pautas, estrategias y gráficas de trayectoria solar.....	A - 1 A - 12
• ANEXO B - Datos climáticos, de confort, pautas, estrategias y gráficas de trayectoria solar.....	B - 1 B - 21

INDICE DE FIGURAS

	Figura	Detalle	Pág
C1	Figura 1.1	Esquema de organización y relaciones de la tesis.	12
	Figura 1.2	Esquema de capítulos de la tesis y objetivos de cada uno.	13
Capítulo 2	Figura 2.1	Distintos factores que influyen sobre las condiciones climáticas	17
	Figura 2.2	Estereográfica de la trayectoria solar, latitud 36°. Ver anexo pág. A-12 Gráfica realizada en el CIHE – FADU - UBA por Claudio Delbene.	18
	Figura 2.3	Gráficos con ejemplos de cálculo y aplicación del método gráfico para proyecciones de sombra e incidencia solar.	19
	Figura 2.4	Gráficos con ejemplos de cálculo y aplicación del método gráfico para penetración solar y medios de protección.	19
	Figura 2.5	Gráfico de asoleamiento efectivo con limitaciones del ángulo de incidencia y de altura solar.	20
	Figura 2.6	Estereográfica de la trayectoria solar, latitud 36°. Con gráfico de asoleamiento efectivo. Ver anexo pág.A-12. Realizada en el CIHE–FADU-UBA por C. Delbene.	20
	Figura 2.7	IMAP. Instrumento de Medición de Asoleamiento Potencial. LEB–CIHE–SECyT–FADU-UBA	21
	Figura 2.8	Heliodón. Esquema y fotos. LEB - CIHE – SECyT – FADU UBA	21
	Figura 2.9	Resultados fotográficos obtenidos mediante simulación física en el LEB	21
	Figura 2.10	ISOL. Programa de computación. Imágenes de salidas de pantalla. CIHE–SECyT–FADU-UBA. Planilla con datos de radiación y ángulos de sol	22
	Figura 2.11	Simulador virtual del movimiento solar. Gráficas, y resultados. CIHE–SECyT–FADU-UBA.	23
	Figura 2.12	Resultados de proyección y penetración solar obtenidos de simulaciones físicas en programas de mercado. Realizados en el CIHE	23
	Figura 2.13	Simulaciones térmicas. Gráficas tonales e isóneas realizadas a través del programa Radiance.	23
	Figura 2.14	Planilla de salida de datos programa Quick	24
	Figura 2.15	Planilla de procesamiento de resultados en planilla de calculo tipo EXCEL.	25
Capítulo 3	Figura 3.1	Vista general de Hostería Ejercito de Salvación (1929-1933), Le Corbusier.- flickr.com/photos/67385262@N00/623669545/	35
	Figura 3.2	Detalle brises-soleil de Hostería Ejercito de Salvación (1929-1933), Le Corbusier.- www.flickr.com/photos/avalonforever/2414092683/	35
	Figura 3.3	Edificio BRE, Vista general - http://projects.bre.co.uk/envbuild/index.html	36
	Figura 3.4	Detalle sistema de ventilación y refrigeración. Chimeneas y huecos en losas	36
	Figura 3.5	Detalle de protecciones.	37
	Figura 3.6	Fotovoltaicos integrados en fachada.	37
	Figura 3.7	Callejones cubiertos en Ghadames, Libia. Foto Luca Galuzzi 2007	37
	Figura 3.8	Uso de recovas para protección del clima. Uganda. Foto Daniela Rodríguez Cabo Doria (2005).	37
	Figura 3.9	Fachada con protección solar. En Venezuela. Arq.Villanueva. http://www.centenariovillanueva.web.ve/CUC/Su_Presente/Descrip_General	37
	Figura 3.10	Ganancia solar, fachadas en clima frío, Finlandia. Foto Martin Evans.	37
	Figura 3.11	Fachada este original del Edificio de la UIA. Catalinas Norte, Ciudad de Buenos Aires. Argentina	38
	Figura 3.12	Vista general de la fachada este original. UIA	38
	Figura 3.13	Nueva fachada del edificio. UIA. Catalinas Norte, Cdad de Bs. As. Argentina	38
	Figura 3.14	50 Albergues en Amersfoort. Países Bajos	39
	Figura 3.15	Casas fotovoltaicas en Bremen, Alemania	39
Figura 3.16	Northumberland Building, Newcastle en Tyne, R. Unido. Imagen gral y detalle	40	
Figura 3.17	Oficina Solar de Doxford International en Sunderland, Reino Unido	40	
Figura 3.18	Departamentos en Kolding, Dinamarca	41	
Figura 3.19	Edificio comercial en Innsbruck, Austria	41	
Figura 3.20	Banco Estatal de Bavaria en Munich, Alemania	41	
Figura 3.21	Vista exterior Biblioteca Mataró, Barcelona, España	41	
Figura 3.22	Detalle fotovoltaico exterior e interior Biblioteca Mataró, Barcelona, España	42	
Figura 3.23	Solarzentrum en Freiburg, Alemania.	42	

Capítulo 4	Figura 4.1	Gráfico temperaturas. Datos del SMN - FFA Estación medición: Aeroparque	43
	Figura 4.2	Gráfico humedad relativa. Datos SMN - FFA Estación medición: Aeroparque	44
	Figura 4.3	Gráfico precipitación. Datos SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque	44
	Figura 4.4	Gráfico de nubosidad. Datos SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque	44
	Figura 4.5	Gráfico condiciones del cielo. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque	45
	Figura 4.6	Diagramas de vientos, frecuencias y velocidades. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque	45
	Figura 4.7	Proyección estereográfica de la trayectoria solar para Buenos Aires (Latitud 34° 34')	46
	Figura 4.8	Tabla de ángulos de azimut y altura del sol para los solsticios y equinoccios	46
	Figura 4.9	Síntesis de los impactos climáticos de sol y viento sobre estereográfica de trayectoria de sol.	47
	Figura 4.10	Diagrama de temperaturas en un día típico	47
	Figura 4.11	Diagrama de temperaturas diarias en distintos meses de año	47
	Figura 4.12	Tabla de temperatura de un día típico con temperaturas promedio para cada mes del año	48
	Figura 4.13	Diagrama con zona de confort según temperatura media y amplitud.	49
	Figura 4.14	Diagrama de grados días y temperaturas de diseño.	49
	Figura 4.15	Diagrama psicrométrico con área de confort, temperaturas y humedades máximas y mínimas mensuales	49
	Figura 4.16	Gráfico Fanger – Voto Medio Predecible. Calculo confort ISO 7763 (1985)	49
Capítulo 5	Figura 5.1	Mapa de zonas y subzonas bioambientales de la República Argentina, y ubicación del caso de estudio.	52
	Figura 5.2	Implantación del edificio	52
	Figura 5.3	Vista general del edificio en estudio	52
	Figura 5.4	Vista general desde calle de acceso	53
	Figura 5.5	Vista general desde estacionamientos	53
	Figura 5.6	Vista del entorno exterior desde el interior hacia el sudoeste	53
	Figura 5.7	Vista del entorno desde el interior del edificio hacia el noroeste	53
	Figura 5.8	Vista del entorno exterior desde interior hacia el noreste (vista Río de la Plata)	53
	Figura 5.9	Vista del entorno desde el interior del edificio hacia el sudeste	53
	Figura 5.10	Vista fachada exterior	54
	Figura 5.11	Fachada noroeste y planta del segundo piso	54
	Figura 5.12	Corte transversal	54
	Figura 5.13	Patio central desde 4to piso	54
	Figura 5.14	Patio central planta baja	54
	Figura 5.15	Circulaciones 2do y 4to piso	54
	Figura 5.16	Vista desde exterior	55
	Figura 5.17	Detalle desde interior	55
	Figura 5.18	Detalle carpintería	55
	Figura 5.19	Planta general del 4to piso con la ubicación de los módulos de estudio	55
	Figura 5.20	Vistas de ubicación y detalle de los módulos en estudio	56
	Figura 5.21	Planta módulo de análisis	56
	Figura 5.22	Corte-vista 1 módulo de análisis	56
	Figura 5.23	Corte-vista 2	57
	Figura 5.24	Corte-vista 3	57
	Figura 5.25	Corte-vista 4	57
	Figura 5.26	Relevamiento fotográfico del módulo en estudio	57
	Figura 5.27	Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en modulo MOD1-NO	58
	Figura 5.28	Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en modulo MOD1-NE	58
	Figura 5.29	Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en modulo MOD1-SO	58
	Figura 5.30	Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en modulo MOD1-SE	58
	Figura 5.31	Datalogger receptor de datos de temperatura y humedad, registrados en la terraza del edificio en estudio.	58
	Figura 5.32	Fachadas del edificio desde el sur, desde el oeste y desde el norte	59
	Figura 5.33	Gráfico de registro de temperaturas de un módulo tipo (HOBO). Modulo Noroeste (MOD1 – NO)	59
	Figura 5.34	Gráfico registro de temperaturas exteriores registrados en terraza del edificio	60

Capítulo 5	Figura 5.35	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana - Equinoccio de primavera (hemisferio sur)	60
	Figura 5.36	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Solsticio de verano (hemisferio sur)	61
	Figura 5.37	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Equinoccio de otoño (hemisferio sur)	61
	Figura 5.38	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Equinoccio de otoño 2 (hemisferio sur)	61
	Figura 5.39	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico - Equinoccio de primavera (hemisferio sur)	62
	Figura 5.40	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico – Solsticio de verano (hemisferio sur)	62
	Figura 5.41	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico – Equinoccio de otoño (hemisferio sur)	63
	Figura 5.42	Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico – Equinoccio de otoño2 (hemisferio sur)	63
	Figura 5.43	Grafico comparativo de radiación directa sobre el plano horizontal y difusa y temperatura exterior para un día típico de verano (hemisferio sur)	64
	Figura 5.44	Grafico comparativo de radiación directa sobre el plano horizontal y difusa y temperatura exterior para un día típico de invierno (hemisferio sur)	65
	Figura 5.45	Grafico comparativo de humedad relativa interior y exterior para un día típico frío y cálido (hemisferio sur)	66
	Figura 5.46	Gráfico comparativo de temperaturas de modulo y exterior para el 01-10-2005 (hemisferio sur)	67
	Figura 5.47	Gráfico comparativo de temperaturas de modulo y exterior para el 01-12-2005 (hemisferio sur)	67
	Figura 5.48	Gráfico comparativo de temperaturas de modulo y exterior para el 02-02-2006 (hemisferio sur)	68
	Figura 5.49	Gráfico comparativo de temperaturas de modulo y exterior para el 17-04-2006 (hemisferio sur)	68
	Figura 5.50	Detalles de la maqueta del módulo para realizar estudios de asoleamiento e iluminación natural	69
	Figura 5.51	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Invierno.	70
	Figura 5.52	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Equinoccio	70
	Figura 5.53	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Verano.	71
	Figura 5.54	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Invierno.	71
	Figura 5.55	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Equinoccio.	72
	Figura 5.56	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Verano.	72
	Figura 5.57	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Invierno.	73
	Figura 5.58	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Equinoccio.	73
	Figura 5.59	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Verano.	74
	Figura 5.60	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Invierno.	74
	Figura 5.61	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Equinoccio.	75
	Figura 5.62	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Verano.	75
	Figura 5.63	Registro fotográfico en Laboratorio - Módulo con distinta orientación para la misma hora.	76
	Figura 5.64	Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Detalles alero e interior 14 hs.	76
	Figura 5.65	Imágenes del Cielo Artificial del LEB – CIHE – FADU - UBA	77
	Figura 5.66	Fotos de la transformación de la maqueta para realizar estudios de iluminación natural	77
	Figura 5.67	Fotos de Luxómetro y puntos de registro de medición.	77
Figura 5.68	Esquema de ubicación del sensor para las mediciones de iluminación natural.	78	
Figura 5.69	Registros de iluminación natural en módulo existente	78	
Figura 5.70	Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo existente	78	
Figura 5.71	Detalle de materialización del techo	79	
Figura 5.72	Detalle de materialización del piso	79	
Figura 5.73	Detalle de dimensiones y nomenclatura de paramentos	79	

Capítulo 5	Figura 5.74	Detalle de orientaciones de paramentos en cada módulo respecto al Norte	79
	Figura 5.75	Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 1 de octubre de 2005	80
	Figura 5.76	Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 1 de diciembre de 2005	81
	Figura 5.77	Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 2 de febrero de 2006	81
	Figura 5.78	Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 17 de abril de 2006	82
	Figura 5.79	Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 1 (NO)	83
	Figura 5.80	Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 2 (NE)	84
	Figura 5.81	Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 3 (SO)	85
	Figura 5.82	Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 4 (SE)	86
	Figura 5.83	Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 1 de octubre de 2005	87
	Figura 5.84	Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 1 de diciembre de 2005	88
	Figura 5.85	Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 2 de febrero de 2006	88
	Figura 5.86	Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 17 de abril de 2006	89
	Capítulo 6	Figura 6.1	Modificación con alero de 40 cm para orientación NE y NO
Figura 6.2		Modificación con alero de 60 cm para orientación SO	92
Figura 6.3		Modificación c/parasoles verticales y bandeja de luz orientación NE, NO y SO	92
Figura 6.4		Gráfica de ángulos de Altura de Sol y Azimut, para 9, 12 y 15 hs. en equinoccios y solsticios.	93
Figura 6.5		Ángulos de Sol y Azimut, para planta y corte en los distintos módulos parra 9, 12 y 15 hs. en equinoccios y solsticios.	93
Figura 6.6		Angulo de de Sol y Azimut, para el Módulo 1 y 2 en equinoccios y solsticios.	94
Figura 6.7		Angulo de Altura de Sol y Azimut, para el Módulo 3 en equinoccios y solsticios	94
Figura 6.8		Registro fotográfico, Módulo 1 con aleros verticales orientación NO.	95
Figura 6.9		Registro fotográfico, Módulo 3 con aleros verticales orientación SO	96
Figura 6.10		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NO. Invierno.	97
Figura 6.11		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NO. Equinoccio.	97
Figura 6.12		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NO. Verano.	98
Figura 6.13		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Invierno.	98
Figura 6.14		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Equinoccio.	99
Figura 6.15		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Verano.	99
Figura 6.16		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Invierno.	100
Figura 6.17		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Equinoccio.	100
Figura 6.18		Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Verano.	101
Figura 6.19	Registros de iluminación natural en módulo con alero de 40 cm	101	
Figura 6.20	Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo con alero de 40 cm	102	
Figura 6.21	Registros de iluminación natural en módulo con alero de 60 cm	102	
Figura 6.22	Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo con alero de 60 cm	102	
Figura 6.23	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	103	

Capítulo 6	Figura 6.24	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	103
	Figura 6.25	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	104
	Figura 6.26	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	104
	Figura 6.27	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	105
	Figura 6.28	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	105
	Figura 6.29	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	106
	Figura 6.30	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	106
	Figura 6.31	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	107
	Figura 6.32	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado ventilación diurna para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	107
	Figura 6.33	Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado ventilación nocturna para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.	108
	Figura 6.34	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 1, Invierno Noroeste.	108
	Figura 6.35	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 1, Equinoccio Noroeste.	109
	Figura 6.36	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 1, Verano Noroeste.	109
	Figura 6.37	Tabla resumen de radiación diaria Noroeste y Noreste.	109
	Figura 6.38	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Invierno Noreste.	110
	Figura 6.39	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Equinoccio Noreste.	110
	Figura 6.40	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Verano Noreste.	110
	Figura 6.41	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Invierno Suroeste.	111
	Figura 6.42	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Equinoccio Suroeste.	111
	Figura 6.43	Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, modulo 2, Verano Suroeste.	112
	Figura 6.44	Tabla resumen de radiación diaria Suroeste.	112
	Figura 6.45	Imágenes del Atlas Solar de la República Argentina.	112
	Figura 6.46	Esquema de sistema fotovoltaico sin acumulación conectado a red, Grid Connected System.	113
	Figura 6.47	Edificio de la Fundación Greenpeace de Buenos Aires Argentina, conectado a la red.	113
	Figura 6.48	Mapa de la República Argentina con la división de regiones solares	114
	Figura 6.49	Tabla de energía generada por día, promedio anual e invernal en Wh/m2 y costo por m2 instalado.	114
	Figura 6.50	Tabla de consumos del módulo de estudio.	114
Figura 6.51	Tabla de generación para modulo de 2 m2 (alero de 40 cm).	115	
Figura 6.52	Tabla de generación para modulo de 2 m2 (alero de 60 cm).	116	
Capítulo 7	Figura 7.1	Temperaturas interiores de los cuatro módulos con respecto a la temperatura exterior, obtenidos durante 14 días en octubre, 2005.	120
	Figura 7.2	Datos registrados cada 15' en un día típico con baja temperaturas.	121
	Figura 7.3	Datos registrados cada 15' en un día típico de alta temperatura.	121
	Figura 7.4	Gráficas de porcentajes de reducción de iluminación respecto al módulo original.	122
	Figura 7.5	Reducciones de temperatura en el módulo modificado respecto al original.	123
	Figura 7.6	Aumento de temperatura en el módulo original sin alero existente.	124
	Figura 7.7	Reducciones de temperatura en el módulo original comparado con el modificado y con envolvente exterior c/ transmitancia del 25%	125

Capítulo 7	Figura 7.8	Reducciones de temperatura del módulo modificado y ventilado respecto del original.	126
	Figura 7.9	Entorno y maqueta del edificio residencial en la ciudad de Buenos Aires. Fotos J.M. Evans	126
	Figura 7.10	Resultados del comportamiento térmico según distintas variables.	127
	Figura 7.11	Tabla de valores de eficacia según distintas decisiones y alternativas simuladas en estudio para torres residenciales en Buenos Aires.	127
	Figura 7.12	Tabla de eficacia de las variables aplicables y factibles de simular durante el proceso de diseño.	128
	Figura 7.13	Tabla comparada de diferencia de temperaturas internas para día calido y frío.	128
	Figura 7.14	Tabla de variables simuladas en base al módulo 1(NO) y eficacia de cada alternativa.	129
	Figura 7.15	Resumen de datos para día típico de verano orientación sobre alero de fachada (NO).	130
	Figura 7.16	Resumen de datos para día típico de verano orientación (N).	130
	Figura 7.17	Resumen de datos para día típico de invierno orientación sobre alero de fachada (NO).	131
	Figura 7.18	Resumen de datos para día típico de invierno orientación (N).	131
	Figura 7.19	Comparativa de radiación sobre captadores solares e/orientaciones N y NO	132

ANEXOS

Anexo A	Datos meteorológicos	A	1
	Datos de temperatura, humedad y precipitación	A	2
	Frecuencia y velocidad de viento	A	3
	Temperatura media y confort según hora y mes	A	4
	Variación de temperatura horaria en cada mes	A	5
	Zona de confort según temperatura media y amplitud	A	6
	Grados días y temperatura de diseño	A	7
	Psicrométrico, temperatura y humedad	A	8
	Temperatura y humedad relativa – Diagrama de Olgay	A	9
	Calculo de Confort. VMP - Fanger	A	10
	Pautas de diseño bioambiental	A	11
	Proyección estereográfica de trayectoria del sol – Latitud 36° SUR	A	12
Anexo B	Datos para simulaciones. Humedad relativa	B	1
	Datos para simulaciones. Día cálido	B	2
	Datos para simulaciones. Día frío	B	3
	Comportamiento modulo con datos generales, temperatura exterior e interior días cálidos y fríos – Módulo 1 (NO) y Módulo 2 (NE)	B	4
	Comportamiento modulo con datos generales, temperatura exterior e interior días cálidos y fríos – Módulo 3 (SO) y Módulo 4 (SE)	B	5
	Gráficos de páginas B-4 y B-5	B	6
	Comparativa temperaturas en simulaciones. HOBOS y Quick. 01-10-2005	B	7
	Comparativa temperaturas en simulaciones. HOBOS y Quick. 01-12-2005	B	8
	Comparativa temperaturas en simulaciones. HOBOS y Quick. 02-02-2006	B	9
	Comparativa temperaturas en simulaciones. HOBOS y Quick. 17-04-2006	B	10
	Registros de módulos modificados en Quick. Modulo 1 (NO) (alero 40 cm)	B	11
	Registros de módulos modificados en Quick. Modulo 2 (NE) (alero 40 cm)	B	12
	Registros de módulos modificados en Quick. Modulo 3 (SO) (alero 60 cm)	B	13
	Mediciones en Quick, módulo sin alero original – Modulo 1 (NO)	B	14
	Mediciones en Quick, módulo sin alero original – Modulo 2 (NE)	B	15
	Mediciones en Quick, módulo sin alero original – Modulo 3 (SO)	B	16
	Mediciones en Quick, modulo 1 (NO) con vidrio de 25% de transmisión	B	17
	Mediciones en Quick, modulo 2 (NE) con vidrio de 25% de transmisión	B	18
	Mediciones en Quick, modulo 3 (SO) con vidrio de 25% de transmisión	B	19
	Modulo 1 modificado con ventilación diurna	B	20
	Modulo 1 modificado con ventilación nocturna	B	21

RESÚMEN

El problema energético a nivel global y regional exige una rápida respuesta desde distintos niveles y sectores de la sociedad, a fin de reducir el consumo de energía frente al inminente agotamiento de recursos generados a través de fuentes no renovables. Desde el ámbito de la Arquitectura, como consumidora de gran parte de estos recursos para lograr niveles recomendables de confort y funcionamiento, surge entre otras medidas, la necesidad reacondicionar los edificios existentes para reducir dicho consumo, especialmente los construidos antes de declarada la crisis energética mundial.

Con el fin de dar solución a las demandas energéticas y satisfacer las necesidades futuras, es necesario implementar medidas de ahorro energético, tanto en nuevos proyectos como en la adaptación de edificios existentes, que logren mantener buenos niveles de confort con un mínimo consumo de fuentes no convencionales y aprovechando los recursos renovables disponibles. El estudio de las condiciones climáticas del lugar de implantación, es un primer paso a seguir para poder determinar los aspectos favorables y desfavorables disponibles en forma natural y sustentable.

El estudio de los espacios exteriores y las envolventes, contribuirán en gran medida a producir mejoras en el comportamiento térmico y lumínico de los espacios habitables sin recurrir a respuestas tecnológicas de acondicionamiento de alto consumo energético con fuentes contaminantes. En el caso de edificios nuevos o existentes, el estudio de las envolventes y la adaptación a los criterios bioclimáticos propios de la región es un aporte importante para aprovechar o protegerse de condiciones climáticas o fuentes naturales disponibles, además de un criterio mas que interesante para reducir la energía auxiliar generada con fuentes no renovables, necesaria para su acondicionamiento

Este trabajo evalúa el aporte del diseño bioambiental con pautas y estrategias para mejorar el comportamiento de un mismo espacio expuesto a distintas orientaciones, aplicado a un edificio de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires. Se evalúa mediante simulaciones, físicas y virtuales, el comportamiento térmico y condiciones de iluminación en un día templado, de un módulo existente y el mismo con modificaciones formales que ayuden a mejorar esas condiciones.

Los resultados obtenidos, permiten comparar y obtener información sobre el aporte del diseño y modificaciones de la envolvente. Se prevé además y se evalúa la posibilidad de incorporar e integrar un sistema de generación de energía renovable, como el uso de un sistema fotovoltaico, en las modificaciones de la envolvente, para poder aportar al sistema tradicional existente, parte del consumo requerido a través de una fuente renovable y limpia. Se evalúa finalmente la compatibilidad y rentabilidad del sistema, en un país como la Argentina, con energías tradicionales no renovables subsidiadas y donde no existe una legislación que permite exportar la energía generada a través de otras fuentes e incorporarla a la red tradicional.

El análisis y metodología desarrollada para la tesis, demuestra que responder con una arquitectura creativa y efectiva que optimice los recursos naturales, es uno de los caminos a implementar que permite reducir los consumos energéticos para acondicionamiento de edificios. El planteo presentado, que incorpora criterios de sustentabilidad, es una solución viable para reducir el impacto al medio y poder regenerar recursos.

*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de buenos aires.*

CAPITULO 1 - INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

El tema de la tesis introduce el estudio de la envolvente edilicia como un elemento de control de las condiciones climáticas externas, y el uso de medios pasivos para lograr confort interior de forma natural.

Las estrategias de diseño bioclimático empleadas para definir la envolvente permitirán generar un filtro de las características climática del lugar, tendiendo a conseguir en forma natural el confort interior y/o reduciendo el consumo energético auxiliar necesario para acondicionamiento artificial.

La propuesta plantea además incorporar en el estudio y resolución de la envolvente elementos o sistemas de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables, como un aporte a la reducción del consumo de energías no renovables para funcionamiento del edificio.

La propuesta plantea la problemática del reacondicionamiento de edificios existentes con importantes problemas de confort y alta demanda energética, cuyo diseño original prevé sistemas de acondicionamiento artificial para su adecuado funcionamiento. Esta situación corresponde a un gran número de edificios de gran envergadura que, por su magnitud y representatividad institucional, constituyen un grave problema en el uso, aptitud, mantenimiento y durabilidad de un importante sector del patrimonio urbano.

Para el estudio del tema presentado en esta tesis se seleccionó un módulo representativo del edificio de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, ubicado en el campus universitario frente a la costa del Río de la Plata, Buenos Aires, Argentina.

Este edificio proyectado para funcionar con equipos centrales de alto consumo de energía convencional y gran impacto ambiental, que nunca fueron incorporados por falta de recursos económicos, se encuentra en la actualidad ante la imposibilidad de afrontar la inversión para su instalación y operación.

El impacto de la crisis económica argentina y el futuro agotamiento de sus fuentes de energía convencional provenientes de fuentes fósiles, han puesto de manifiesto y otorgan relevancia a la necesidad de utilizar energías renovables y acondicionamiento natural para lograr un hábitat construido más sostenible.

El doble desafío es analizar las alternativas de diseño del envolvente que permiten mejorar las condiciones de habitabilidad con acondicionamiento natural y posibilidades de incorporar energías renovables, ambos en un edificio existente.

HIPÓTESIS

Esta tesis adopta la siguiente hipótesis:

- La envolvente de un edificio de oficinas de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires materializada empleando sistemas de generación de energía mediante el uso de fuentes renovables, requiere del diseño de la misma en función del clima del lugar para lograr optimizar las demandas y aprovechar al máximo la energía generada permitiendo la reducción del consumo de un recurso no renovable.
- La envolvente del edificio de oficinas de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires requiere del aporte del diseño en función de las características del emplazamiento para lograr optimizar las demandas. Su materialización con elementos generadores de energía que utilizan fuentes renovables, permitirá reducir el consumo de fuentes no renovables optimizando el uso de un recurso agotable

OBJETIVOS

Objetivos Generales

El objetivo principal del trabajo es desarrollar una metodología de análisis y estrategias de diseño para realizar una envolvente edilicia que incorpore sistemas activos y pasivos que mejoren las condiciones de confort y eficiencia en el uso de los recursos energéticos en edificios existentes de perímetro libre.

Se espera que la integración del diseño y los sistemas permitan el empleo de energías renovables, relacionando medidas de acondicionamiento natural y sistemas de generación de energías limpias que potencien el diseño arquitectónico del edificio.

Objetivos Particulares

Otro objetivo del presente trabajo es realizar un estudio teórico con este proyecto demostrativo a fin de lograr transferencias de aplicación práctica. Los resultados tendrán un efecto multiplicador en el educativo dedicado a la formación de futuros arquitectos.

Además, el proyecto tiene por fin demostrar la importancia del uso de elementos alternativos en la construcción, de aportar conocimiento y experiencia a futuros proyectos de investigación y de transferir los resultados obtenidos a la educación.

METODOLOGÍA

Metodología General

Para el análisis de la situación actual y el desarrollo de la propuesta se contempla estudiar la aplicación de temas tales como:

- Diseño de elementos para protección o aprovechamiento solar
- Sistemas activos y pasivos para calefacción solar
- Uso de fotovoltaicos incorporados al diseño de las fachadas
- Técnicas de conservación de energía aplicadas a la envolvente

Metodología Particular

Para este estudio se realizaron los siguientes pasos

- Seleccionar módulos representativos del edificio con las mismas superficies y diseño de fachada, en 4 orientaciones.
- Realizar una evaluación de los problemas de acondicionamiento.

- Proponer alternativas que permitan mejorar los niveles de confort térmico
- Realizar estudios con programas de simulación numérica y uso de laboratorio para verificar las mejoras logradas con el nuevo diseño.

Para el desarrollo de la tesis, se utilizó el Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía que cuenta con un Simulador del Movimiento Aparente del Sol para realizar ensayos de protección solar, un Cielo Artificial para mediciones de iluminación natural con cielo nublado y los registros de radiación solar y temperaturas exteriores registrados en la Estación Meteorológica ubicada en el techo de la Facultad

Se utilizaron además dataloggers para la medición de las condiciones térmicas de los espacios seleccionados en distintas épocas del año y programas de computación e instrumental de medición para realizar simulaciones.

RELEVANCIA DEL TEMA

A nivel nacional, la Argentina se encuentra en un estado de disponibilidad energética en el que debe plantear diversos desafíos simultáneos con el fin de dar solución a las demandas que a futuro será necesario satisfacer, especialmente considerando que una gran proporción de la demanda nacional de energía se emplea para acondicionamiento térmico y lumínico de edificios.

En Argentina existe una gran dependencia de recursos energéticos no renovables, las fuentes más utilizadas para satisfacer las necesidades actuales corresponden en un 49% a gas y un 40% a petróleo, totalizando el 89% proveniente de fuentes fósiles no renovables.

Las reservas están en una etapa de agotamiento, donde se estiman recursos probados por 5 años para el gas, y además una tendencia de fuertes alzas en los precios internacionales al crecer a la necesidad de importar esta energía.

Sumado a este panorama, el uso del uso de energías fósiles hace crecer la preocupación por el calentamiento global y el cambio climático.

Por todo esto es necesario responder con una arquitectura creativa y efectiva que optimice el aprovechamiento de los recursos naturales renovables disponibles como el sol y el viento para su acondicionamiento, reduciendo el consumo de energías generadas a través de fuentes no renovables.

Una acción destinada a rever normas obligatorias que permitan mayor eficiencia energética en edificios, prácticas más eficientes en la construcción convencional e iniciativas que muestren y divulguen los beneficios obtenidos a nivel ambiental, social y económico al logra la mayor eficiencia, son algunos de lo lineamiento posibles que deberían implementarse en el corto plazo.

Un cambio de enfoque durante el proceso proyectual, integrando estos conceptos desde su inicio en las distintas etapas de desarrollo e incorporando criterios de sustentabilidad y estrategias de diseño en arquitectura es una necesidad urgente para evitar una crisis energética inminente, ya que estas decisiones afectan la calidad ambiental y reducen el

impacto al medio, contribuyendo a la capacidad de la Tierra de absorber emisiones y regenerar recursos.

ELECCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Para el desarrollo de la tesis se eligió como caso de estudio 4 módulos iguales con distintas orientaciones en el edificio de la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

El edificio está ubicado en Ciudad Universitaria, frente al Río de la Plata en un entorno parcialmente libre de edificaciones y forestación, por consiguiente, con una envolvente sin protección del sol y del viento.

Se trata de un edificio de perímetro libre sin acondicionamiento mecánico y con fachadas iguales vidriadas en todas las orientaciones, con problemas de sobrecalentamiento interior en verano, temperaturas muy bajas en invierno y deficiente iluminación natural.

Dadas las características del edificio, se plantea adecuarlo con técnicas bioclimáticas y sistemas de energías renovables para demostrar la posibilidad de lograr mejoras en el confort interior.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

Se propone un esquema de organización (Figura 1.1), que interrelaciona y vincula cada capítulo a fin de resolver mediante los datos que surgen en cada uno, los pasos para llegar a demostrar la hipótesis de la tesis

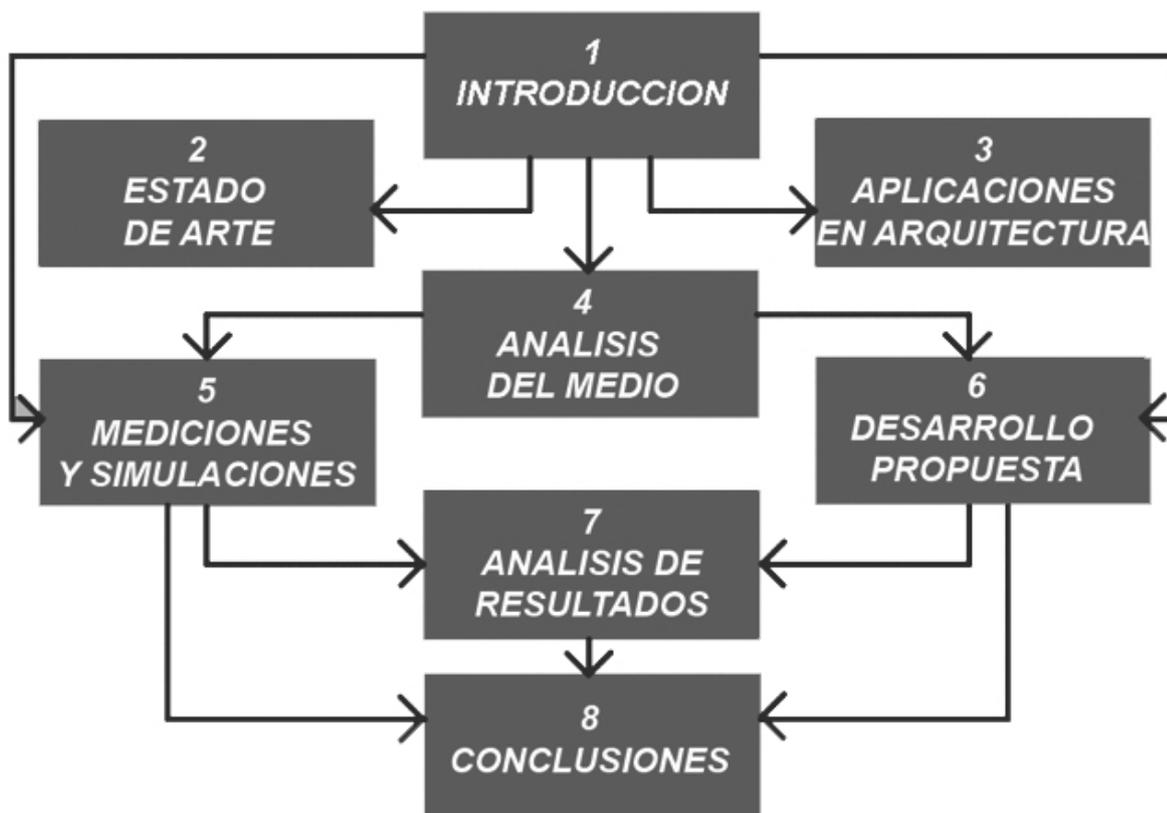


Figura 1.1 Esquema de organización y relaciones de la tesis.

Con el fin de responder a los objetivos propuestos, esta tesis se estructura en 8 capítulos según el orden detallado a continuación en la figura 1.2

CAPITULO	TÍTULO	OBJETIVO
1	<i>INTRODUCCION</i>	Plantear el objeto de estudio, hipótesis, objetivos, metodología y estructura general de la tesis.
2	<i>ESTADO DEL ARTE CONCEPTOS</i>	Introducir al concepto de arquitectura bioclimática, métodos de simulación y verificación. Conceptos de energías alternativas, tecnología fotovoltaica y sostenibilidad en arquitectura
3	<i>ESTADO DE ARTE - APLICACIONES EN ARQUITECTURA</i>	Dar a conocer aplicaciones en edificios de perímetro libre, y casos de reemplazo de envolventes y aplicaciones de fotovoltaicos en arquitectura
4	<i>ANÁLISIS DEL MEDIO</i>	Estudiar el medio donde esta implantado el caso de estudio, trayectoria solar y pautas y estrategias para el clima.
5	<i>CASO DE ESTUDIO MEDICIONES Y SIMULACIONES</i>	Realizar un estudio del caso elegido, implantación, envolvente, mediciones in situ y en el laboratorio. Analizar y comparar los resultados obtenidos
6	<i>DESARROLLO Y PROPUESTA DE LA NUEVA ENVOLVENTE</i>	Proponer cambios en la envolvente, analizar las ventajas y desventajas y realizar simulaciones de asoleamiento e iluminación sobre la nueva propuesta.
7	<i>ANÁLISIS DE RESULTADOS</i>	Analizar los datos obtenidos y comparar el comportamiento entre la situación existente y la nueva propuesta.
8	<i>CONCLUSIONES</i>	Desarrollar las conclusiones finales y proponer la factibilidad de la transformación.

Figura 1.2 Esquema de capítulos de la tesis y objetivos de cada uno.

CONCLUSIONES

La presente tesis tiene el propósito de demostrar:

- Que el estudio de la envolvente, particularizado para cada orientación, trae beneficios en el comportamiento térmico interior de un espacio.
- La resoluciones morfológicas de diseño, de uso y tecnológicas que responden a las condicionantes climáticas optimizadas durante el proceso de diseño, permiten reducir los consumos de energía convencional utilizada para calefaccionar los espacios habitables.

- El conocimiento, estudio y resolución de distintos factores climáticos y de materialización, aplicados durante el proceso de diseño permite obtener condiciones confortables mediante el uso de los recursos naturales disponibles en el medio de implantación de la obra.
- La incorporación de generadores de energía mediante medios no convencionales, aplicados e integrados al diseño del edificio, puede aportar parte de la energía necesaria para funcionamiento, reduciendo el uso de energías no renovables y contaminantes.

Para iniciar el desarrollo del trabajo, el siguiente capítulo introduce el estado del arte en la temática a desarrollar, con conceptos de arquitectura bioclimática, recursos, metodologías y métodos de simulación y verificación. Además se introduce el tema sobre el uso de fuentes de energía renovable en el mundo y en argentina, tecnologías fotovoltaicas y sustentabilidad en arquitectura.

CAPITULO 2 – ESTADO DEL ARTE CONCEPTOS

INTRODUCCION

Este capítulo presenta el estado del arte en el campo del diseño bioclimático, la simulación ambiental de edificios y el uso de energías renovables en arquitectura, con énfasis en los aspectos relacionados con esta tesis y la metodología adoptada.

La presentación se inicia con un resumen del proceso de análisis bioclimático y la selección de pautas y estrategias de diseño. Uno de los factores de mayor incidencia en el diseño bioclimático es el impacto del sol en arquitectura. Por lo tanto, se explica las técnicas disponibles para evaluar el impacto de sol en edificios, con métodos gráficos, simulación física con maquetas y simulación numérica.

A continuación se presenta métodos de verificación y simulación de comportamiento térmico de edificios, un campo donde el uso de la computadora ha abierto muchas posibilidades. La simulación térmica de edificios permite establecer la influencia de medidas de diseño bioclimático y verificar la reducción en la demanda de energía con un diseño energéticamente eficiente.

Las energías renovables, especialmente la energía solar, pueden satisfacer parte de la demanda de energía restante. Por lo tanto se presenta la evolución de energías alternativas, su impacto ambiental y las fuentes principales disponibles en la actualidad, con énfasis en las fuentes disponibles en Argentina.

Una tecnología fotovoltaica permite transformar energía solar en electricidad. Se presenta un resumen de las posibilidades de integrar fotovoltaicos en arquitectura para satisfacer la demanda de energía eléctrica en edificios.

Este capítulo concluye con un análisis de la contribución del diseño bioclimático y las energías renovables en arquitectura a la promoción de una arquitectura más sustentable.

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura bioclimática implica una toma de conciencia en la práctica proyectual respondiendo en forma directa al clima local, aprovechando o protegiéndose del medio, respondiendo con el menor impacto y utilizando el mínimo recurso. Se busca lograr una modificación favorable de las condiciones ambientales a través de los elementos y decisiones de diseño.

Si al concepto anterior le incluimos el paisaje, la vegetación, la selección de materiales sin impactos perjudiciales, la participación activa del usuario y las relaciones a escala urbana que permiten crear condiciones ambientales favorables entre las que podemos destacar los aspectos lumínicos, acústicos de salubridad y de calidad de aire, como también de eficiencia energética y su mínimo impacto al ambiente, estaríamos en presencia de una arquitectura bioambiental [Evans J.M. y de Schiller S. 1994, 1996].

El concepto y proceso de diseño bioclimático fue desarrollado en libros como *Arquitectura y Clima* [Olgay, V. 1970] o *Man Climate and Architecture*, [Givoni, 1976] y también desarrollado en *Arquitectura e Clima: Acondicionamiento térmico natural* [Rivero R. 1985].

Una de las variables a manejar es el diseño de la envolvente edilicia que actuando como filtro climático. Las características térmicas del edificio moderan el impacto del clima e influye directamente sobre las condiciones de confort interior; interacción no valorada suficientemente en el diseño de la mayoría de edificios aislados de perímetro libre.

En este marco, los programas simplificados de evaluación energética, como el método LT [Baker & Steemers, 1994], demuestran las variaciones de demanda de energía para distintas orientaciones en climas templados. En estudios teóricos anteriores, realizados para las condiciones de Buenos Aires [Evans, 2004; Evans y Torres, 1999] se establecieron las variaciones probables a través de una serie de simulaciones paramétricas.

RECURSOS BIOCLIMÁTICOS EN ARQUITECTURA.

Pautas y estrategias de diseño

Una vez analizados los factores climáticos como las temperaturas medias, máximas y mínimas, humedad, nubosidad, días claros, vientos predominantes y secundarios que afectan el medio de implantación del edificio; se pueden estudiar las condiciones de confort que surgen de estas condicionantes climática, y poder concluir en las pautas y estrategias a implementar para logara mejoras en dichas condiciones de confort.

Se puede enumerar o detectar las necesidades de aprovechamiento o protección solar y/o aprovechamiento o protección de vientos.

Es importante el estudio del entorno inmediato, que puede ejercer variaciones en el medio, en algunos casos favorables y en otros casos pueden producir modificaciones negativas del impacto climático sobre el edificio en estudio.

Analizadas las necesidades y respuestas posibles es necesario conocer, entre otras cosas, las características de los medios disponibles como la geometría de la trayectoria solar, el efecto del viento sobre los volúmenes edificados, las características específicas y comportamiento de los materiales que componen la envolvente y la forma de utilizar estos medios para lograr un beneficio en el proyecto.

IMPACTO DEL SOL EN EDIFICIOS

El factor más importante en la determinación de las variaciones climáticas, es la trayectoria aparente del sol alrededor de la tierra. Las variaciones de la intensidad de la radiación sobre el planeta producen las diversidades climáticas (Figura 2.1).

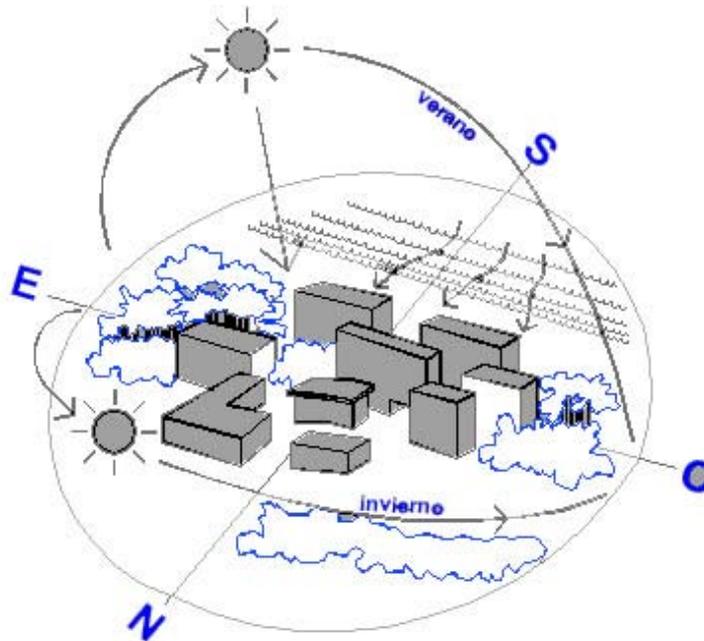


Figura 2.1 Distintos factores que influyen sobre las condiciones climáticas

Partiendo de los análisis climáticos y de los requisitos para lograr condiciones de confort, uno de los puntos a analizar y que permite considerables variaciones en las condiciones de confort es el impacto del sol sobre los edificios. Analizada la trayectoria solar y los efectos sobre la envolvente y el medio, podemos verificar a través de diversos medios la forma para lograr un diseño que permita proteger o aprovechar la radiación recibida.

Se deben considerar distintas situaciones para aplicar esta herramienta de diseño, que responden a variadas escalas como ser, urbana y arquitectónica, elementos de protección y diseño de formas edilicias, elementos constructivos y sistemas solares.

“El diseño urbano y arquitectónico para asegurar el asoleamiento en invierno a través del control de las proporciones de los espacios entre edificios, la elección de las orientaciones aptas y el diseño de las aberturas”.

“El diseño de elementos de protección solar que permiten el aprovechamiento del sol invernal, mientras proveen protección para evitar o reducir problemas de sobrecalentamiento en verano”.

“El diseño de formas edilicias, elementos constructivos y sistemas solares según la intensidad de la radiación solar”.

El análisis de la trayectoria solar considera básicamente el estudio que permite:

- Verificar el número de horas de asoleamiento mínimo necesario según normativas existentes. En el caso de Argentina las normas de SEVDU [Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda -1979], SVOA e IRAM 11.603 establece 2 horas en no menos del 50% de locales principales de la misma en el solsticio de invierno
- Verificar que en edificios con buen asoleamiento se requiere hasta 4 horas de sol, mientras en edificios con sistemas solares pasivos, se requiere hasta 6 horas de sol en invierno
- Optimizar el asoleamiento de los espacios exteriores.

- Proyectar las sombras de los edificios en espacios circundantes.
- Elegir los sitios aptos para la ubicación de receptores de energía solar.

En el caso de aprovechamiento solar, este puede realizarse a través de un vidrio, de un cerramiento opaco, con el asoleamiento de los espacios exteriores, utilizado para sistemas solares, en este último, deben caso contar con 5 o 6 horas de asoleamiento efectivo para optimizar su uso.

Existen distintas forma de analizar el impacto del sol sobre el edificio y sus espacios inmediatos, puede realizarse mediante un método grafico a través de simulaciones virtuales y simulaciones físicas.

Método gráfico

Para poder estudiar la trayectoria solar contamos con los gráficos estereográficos de la trayectoria solar como el que se muestra en la Figura 2.2

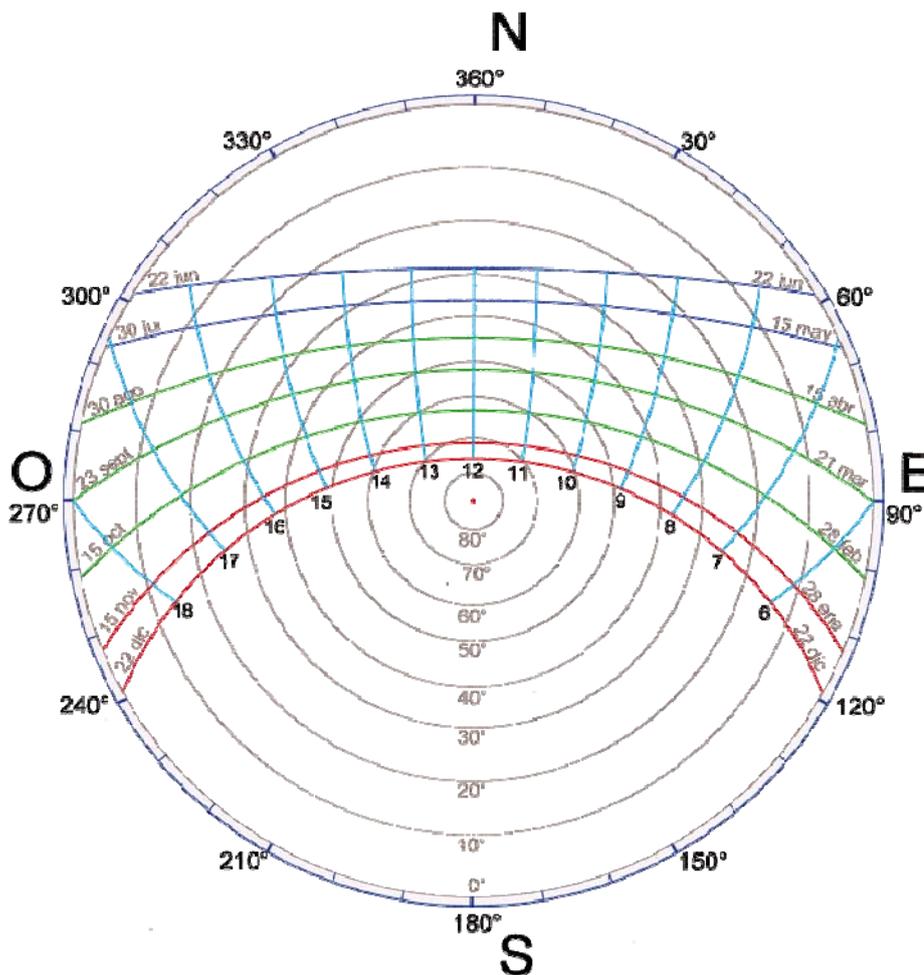


Figura 2.2 Estereográfica de la trayectoria solar, latitud 36°. Ver anexo pág. A-12
Gráfica realizada en el CIHE – FADFU UBA por Claudio Delbene.

De este gráfico se pueden obtener los ángulos de azimut y altitud solar y con estos datos, se puede verificar en forma gráfica, proyecciones de sombra e incidencia solar (Figura 2.3), penetración solar en los espacios y estudiar los medios de protección si fueran necesarios (Figura 2.4).

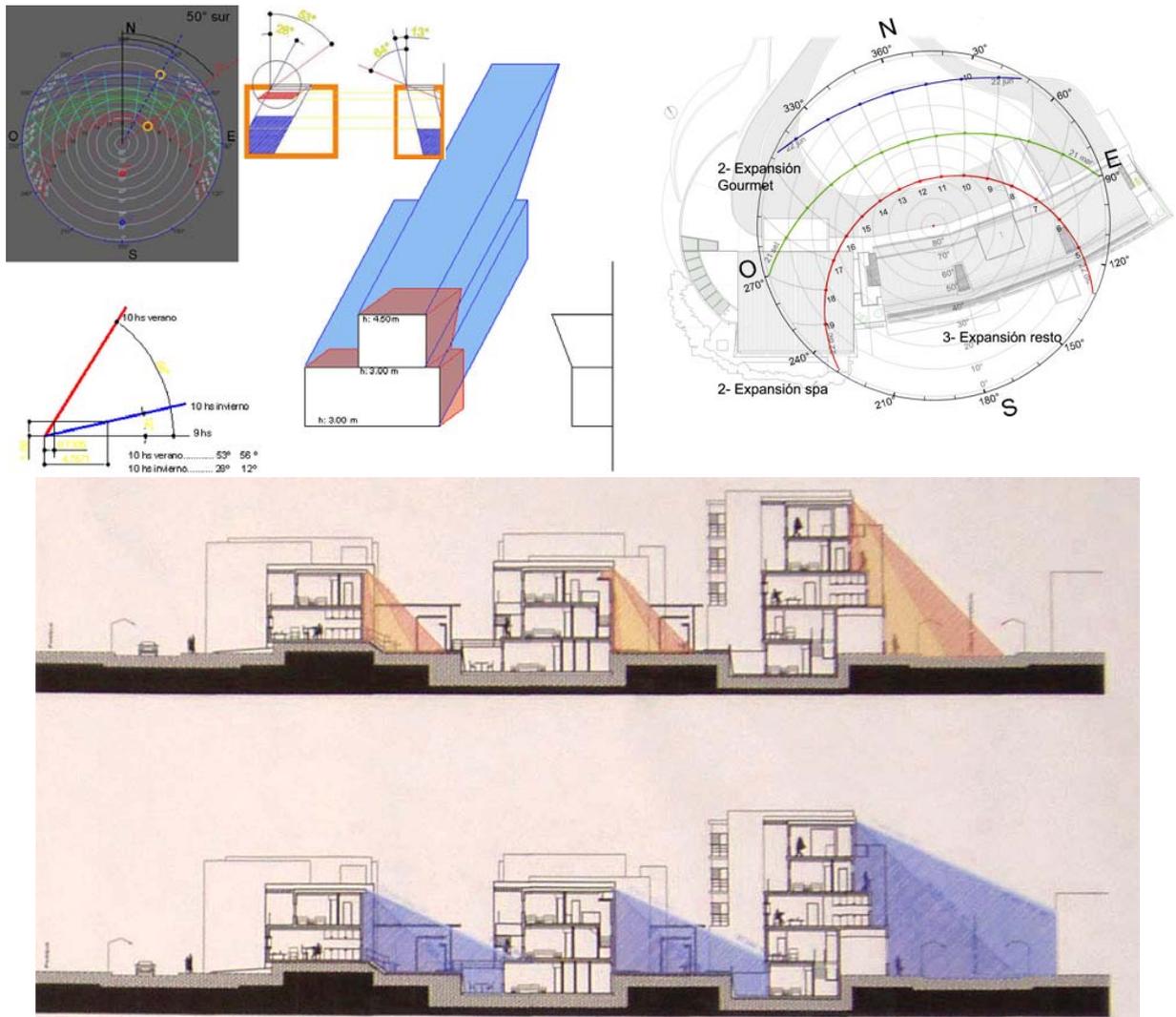


Figura 2.3 Gráficos con ejemplos de cálculo y aplicación del método gráfico para proyecciones de sombra e incidencia solar.

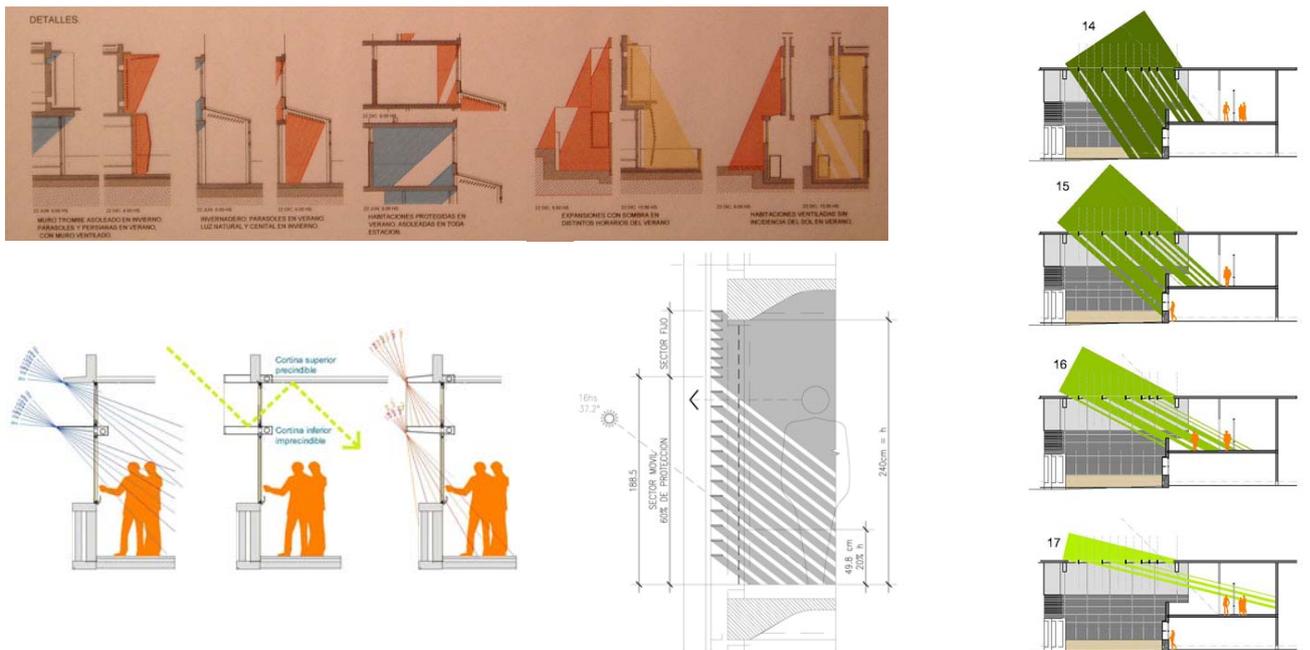


Figura 2.4 Gráficos con ejemplos de cálculo y aplicación del método gráfico para penetración solar y medios de protección.

Otros puntos importantes a considerar son:

- las limitaciones de los ángulos de incidencias, o sea el ángulo formado entre una línea perpendicular a una superficie y un rayo de luz o radiaciones, que no debe ser mayor a 67.5° .
- La limitación de la altura de sol, ya que soles muy bajos reducen la radiación recibida ya que es absorbida por la atmósfera.

Considerando estas limitaciones se puede realizar una gráfica (Figura 2.5), para aplicar sobre la trayectoria solar y contar las horas disponibles de sol o asoleamiento efectivo (Figura 2.6).

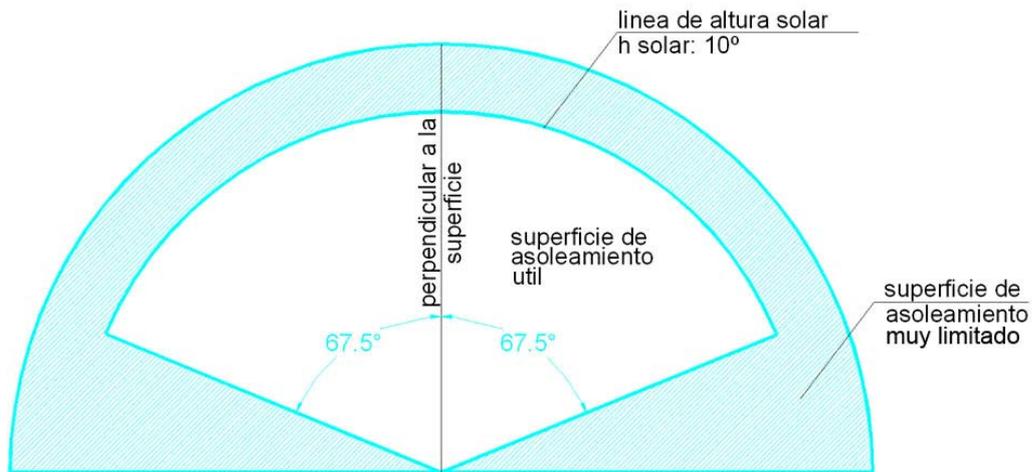


Figura 2.5 Gráfico de asoleamiento efectivo con limitaciones del ángulo de incidencia y de altura solar.

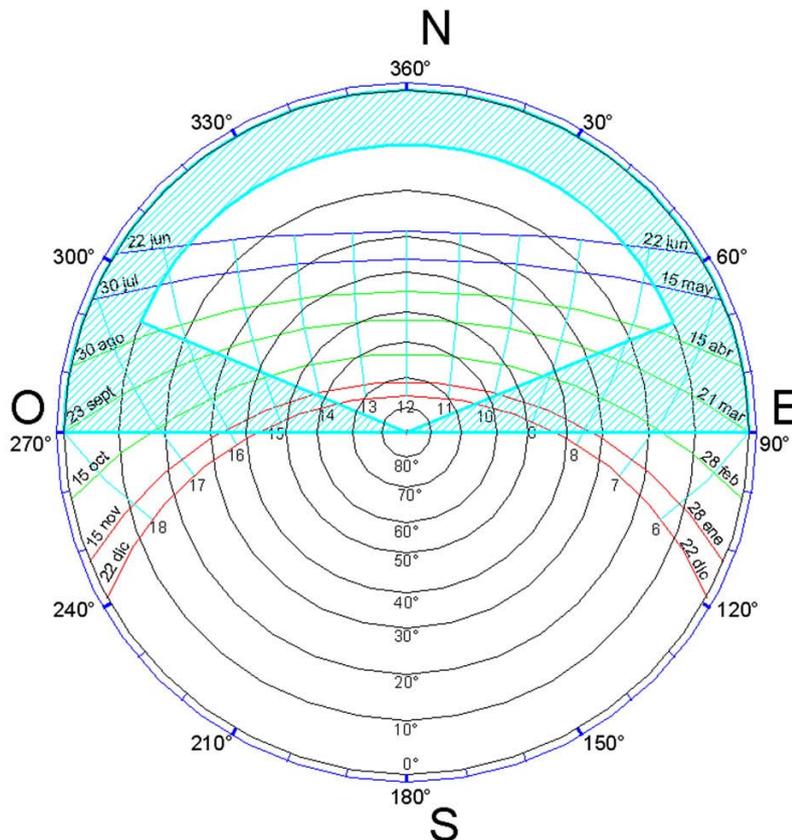


Figura 2.6 Estereográfica de la trayectoria solar, latitud 36° . Con gráfico de asoleamiento efectivo Ver anexo pág. A-12 - Gráfica realizada en el CIHE – FADU UBA por Claudio Delbene.

Simulación física

Ante la necesidad de contar con elementos que permitan la medición y graficación de la trayectoria solar y la visualización de esos efectos, se puede realizar estudios en escala con maquetas. El Laboratorio de Estudios Bioambientales (LEB) del Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, cuenta desde hace mas de 20 años con el IMAP, Instrumentos de Medición de Asoleamiento Potencial [Evans J.M., Gutiérrez M. A. – 1986] (Figura 2.7), el Heliodón [Evans J.M. et al. 1988] (Figura 2.8) que permite obtener resultados de simulación física (figura 2.9)

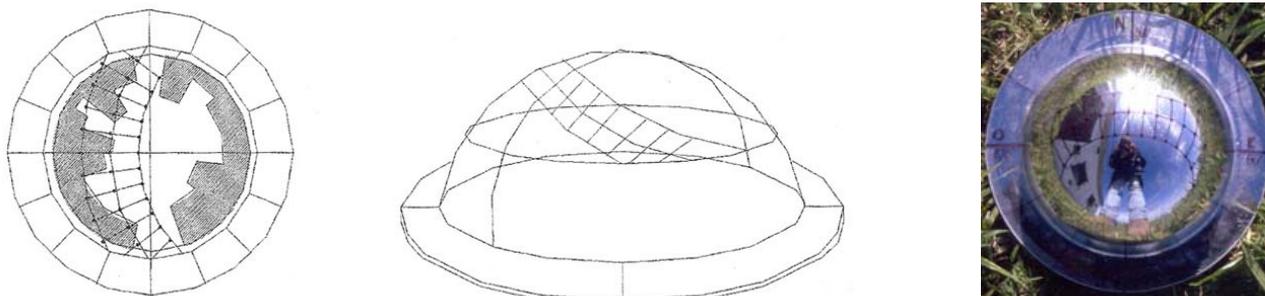


Figura 2.7 IMAP. Instrumento de Medición de Asoleamiento Potencial. LEB–CIHE–SECyT–FADU-UBA

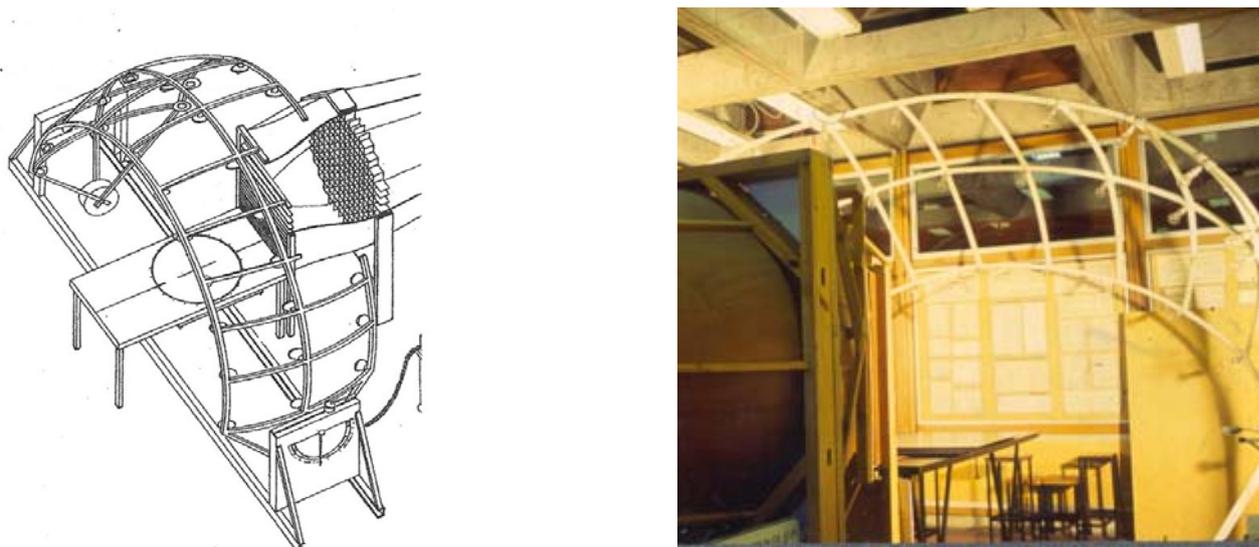


Figura 2.8 Heliodón. Esquema y fotos. LEB - CIHE – SECyT – FADU UBA

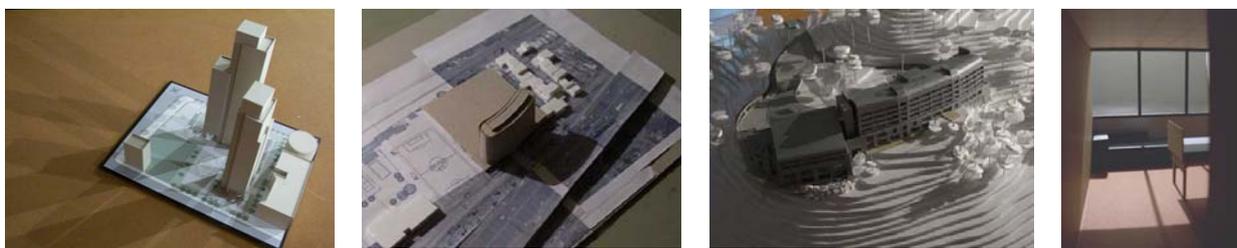


Figura 2.9 Resultados fotográficos obtenidos mediante simulación física en el LEB.

También el programa de computación ISOL para calcular radiación, ángulos y trayectorias. [Evans, J. M. y de Schiller, S., 1992] - [de Schiller, S, Evans, J. M. Delbene C.A. 1996] - [Szokolay S. 1996] originalmente utilizado bajo el sistema DOS y que fue

actualizado como e-SOL a para utilizarse con un programa bajo Windows, cuyas tablas y gráficos de resultado se muestran en la Figura 2.10.

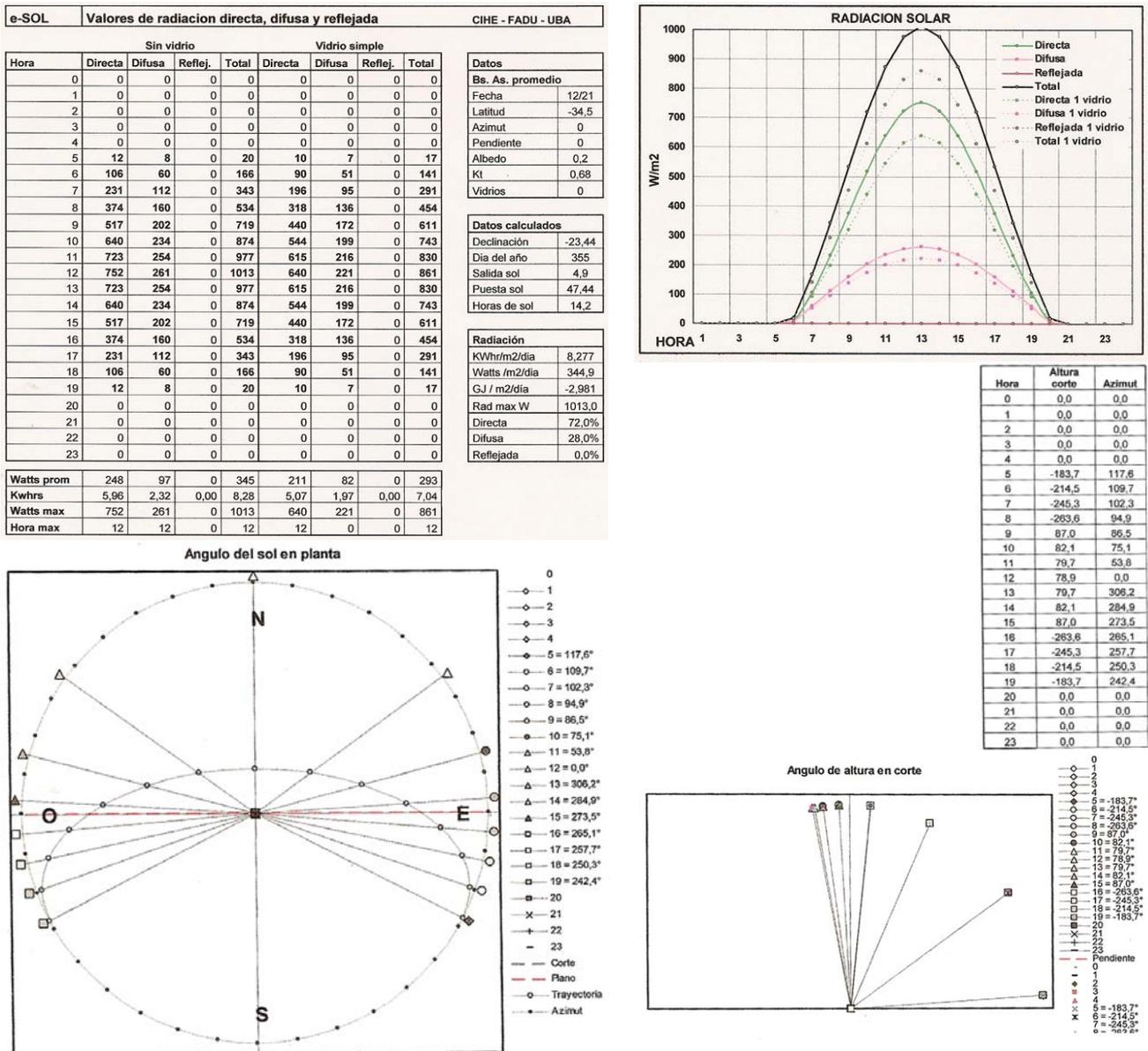


Figura 2.10 ISOL. Programa de computación. Imágenes de salidas de pantalla. CIHE – SECyT – FADU UBA. Planilla con datos de radiación y ángulos de sol

La aplicación de estas técnicas de simulación en el laboratorio durante el proceso de diseño permiten un aporte a la posible calificación de sustentabilidad en arquitectura [Evans Julián, 2003]

Simulación virtual

Para poder visualizar el movimiento del sol, se desarrollo en el Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), en el año 1996, empleando un programa de animación de mercado, un simulador del movimiento del sol, que permite incorporar maquetas digitalizadas para verificar el comportamiento e impacto del sol en el exterior e interior del proyecto, durante distintas horas y épocas del año. [Delbene, C.A. y Evans, J.M. 1996] (Figura 2.11).

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático. Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de buenos aires.

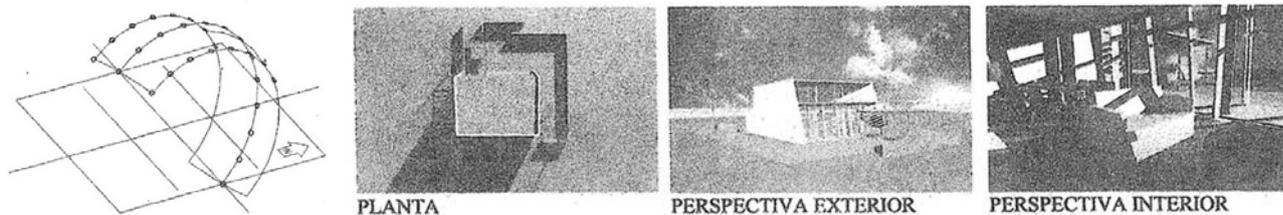


Figura 2.11 Simulador virtual del movimiento solar. Graficas, y resultados. CIHE – SECyT – FADU UBA.

Actualmente la simulación virtual de la trayectoria solar, esta incorporada en distintos programas empleados en la grafica de arquitectura y permiten visualizar los impactos del sol sobre los proyectos durante el proceso de diseño, permitiendo optimizar situaciones y resultados de la implementación de este recurso. Se pueden tener los resultados finales que se muestran en la figura 2.12.

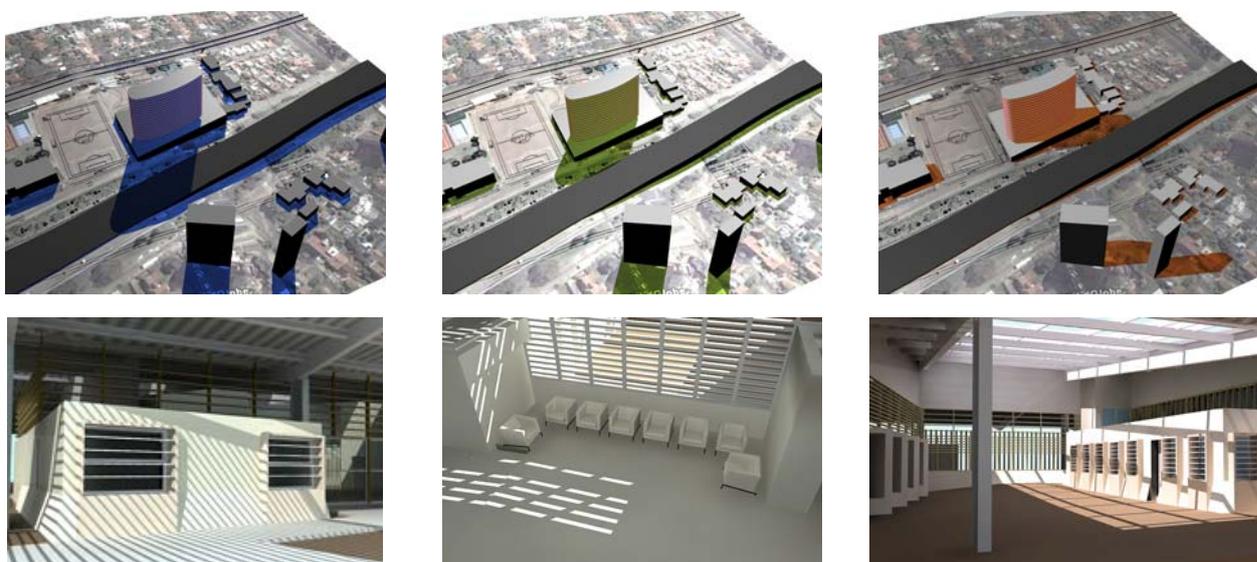


Figura 2.12 Resultados de proyección y penetración solar obtenidos de simulaciones físicas en programas de mercado. Realizados en el CIHE

MÉTODOS DE VERIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO

Simulación virtual

Existen en el mercado programas de simulación de las condiciones y comportamiento térmico en los espacios. En el caso de Radiance es un simulador de iluminación natural y artificial, [Lawrence Berkeley National Laboratory] que da como resultado imágenes como las que se muestran en la figura (Fig. 2.13)

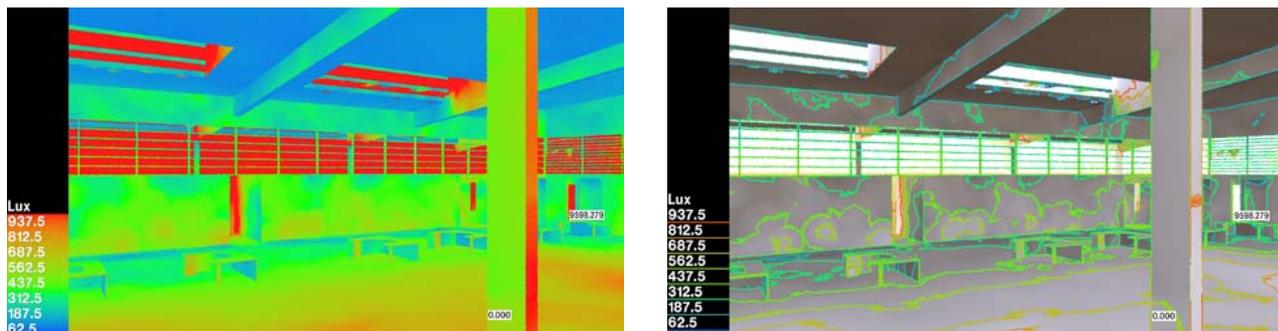


Figura 2.13 Simulaciones térmicas. Gráficas tonales e isóneas realizadas en el programa Radiance.

También se pueden obtener resultados a través de programas de cálculo como el Quick que se utiliza para simular temperaturas interiores en edificios con acondicionamiento natural. [Richards y Matthew, 1994], El programa usa como soporte el sistema DOS y se pueden obtener resultados como los que se ven en la figura 2.14.

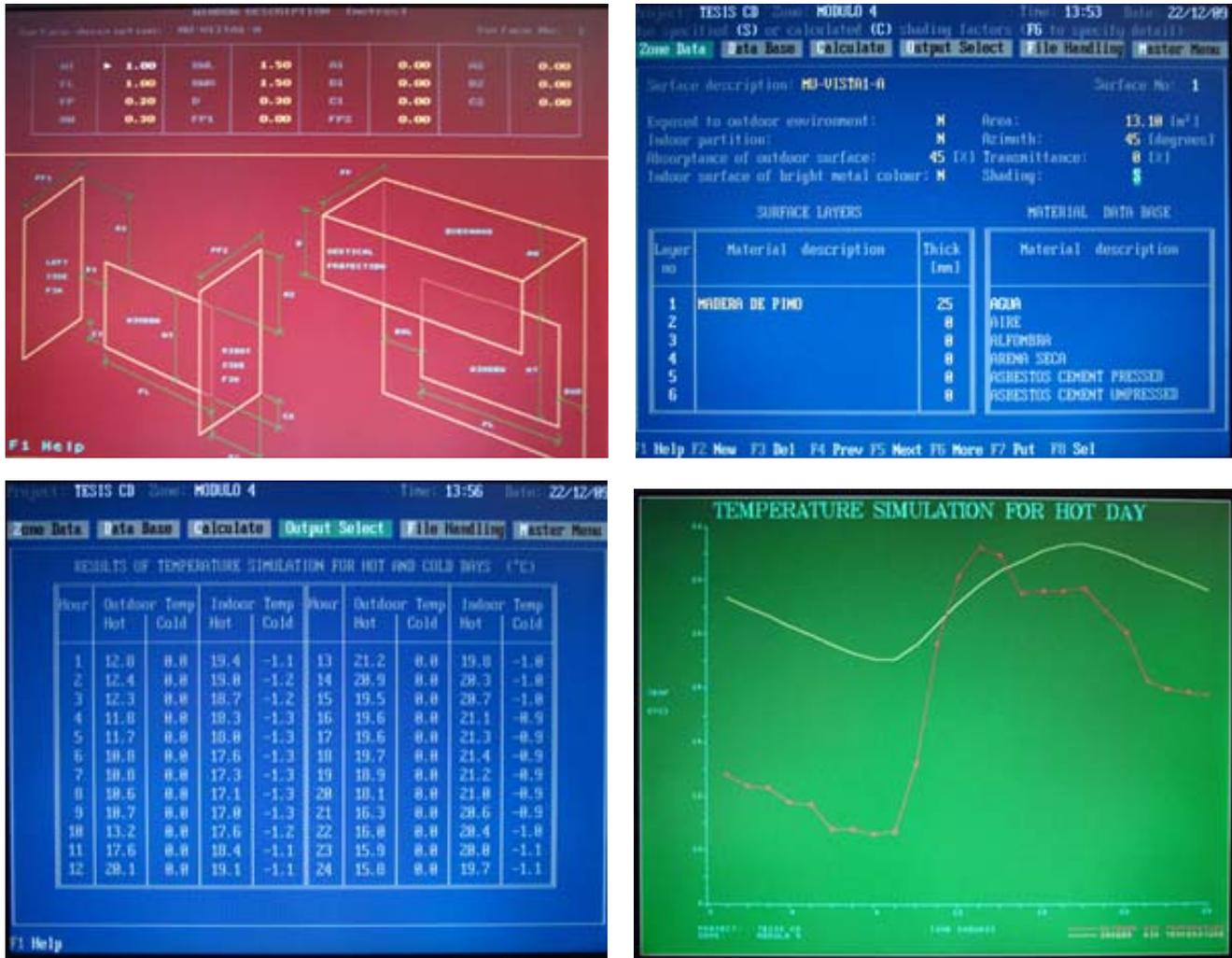


Figura 2.14 Planilla de salida de datos programa Quick. Datos y gráfica

Estos valores obtenidos pueden procesarse a través de planilla de calculo que permiten estableces graficas mas dúctiles y comparativas. (Fig. 2.15)

MODULO 2 - NE

Project: TESIS CD Zone: MODULO 2

Time: 17:12 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,4	19,9	13	32,7	13,4	40,4	22,1
2	24,0	7,9	36,8	19,3	14	33,0	13,9	41,3	23,6
3	23,6	7,6	36,2	18,8	15	32,7	14,3	41,9	24,0
4	23,3	7,3	35,7	18,2	16	32,0	13,8	42,2	23,9
5	23,0	7,2	35,3	17,8	17	31,0	13,3	42,0	23,6
6	22,8	7,2	35,1	17,3	18	30,0	12,7	41,4	23,2
7	23,2	7,1	35,1	17,0	19	28,5	12,0	40,7	22,7
8	24,0	7,1	35,4	16,8	20	27,0	10,6	40,1	22,2
9	26,0	7,9	36,1	17,0	21	26,5	10,2	39,5	21,7
10	28,0	10,1	37,0	17,7	22	26,0	9,9	38,9	21,2
11	30,0	11,8	38,1	18,8	23	25,5	9,8	38,2	20,6
12	32,0	12,8	39,3	20,3	24	25,0	9,8	37,6	20,0

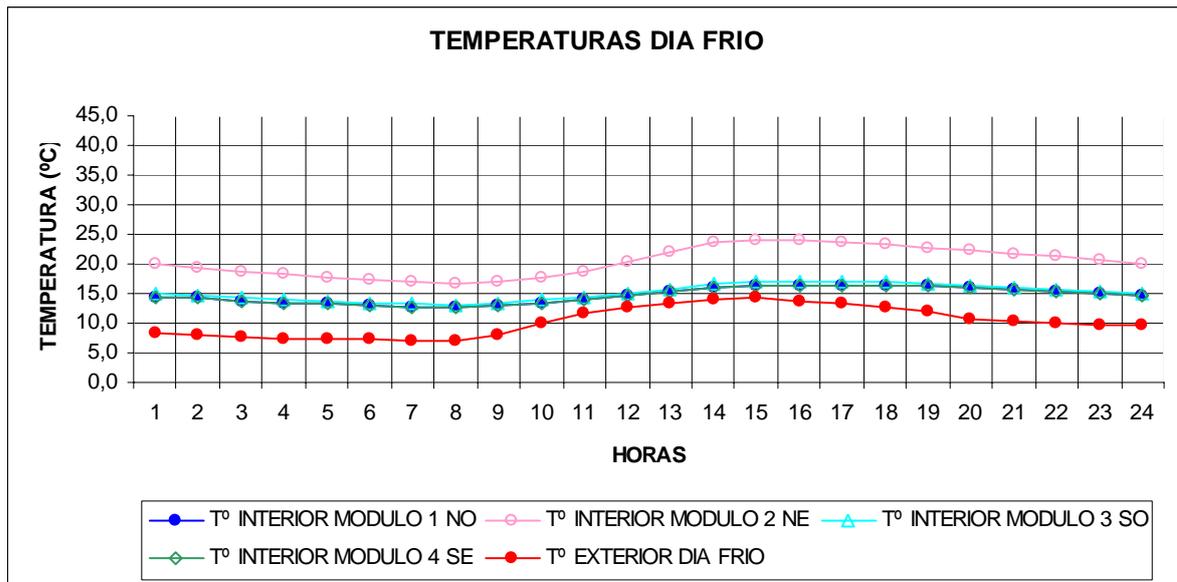


Figura 2.15 Planilla de procesado de resultados en planilla de calculo tipo EXCEL. Datos y gráfica

CONCEPTOS DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS

Las Energías Alternativas o mejor denominadas, Fuentes de Energías Alternativas, son aquellas que permiten generar energía como alternativa de las tradicionales o clásicas, sin usar combustibles fósiles o fuentes no renovables.

Algunas definiciones o autores definen las energías alternativas como las que no implican quema de combustibles fósiles como el carbón, gas o petróleo, en este caso estarían incluidas la energía nuclear e hidroeléctrica pero si quisiéramos ser más exactos y restrictivos en la definición de energía alternativa, podríamos decir que son las que se generan a través de fuentes renovables.

Los combustibles fósiles son recursos finitos y se prevé el agotamiento de las reservas disponibles a corto plazo, por un lado, la quema de estos combustibles libera grandes cantidades de CO₂, que es uno de los principales provocadores del calentamiento global. [Wikipedia 19-10-2009]

Por ese motivo se estudia a nivel mundial la posibilidad de sustituir estas fuentes de energía por otras que no presenten esa problemática. Es allí donde entran en estudio las que se obtienen de fuentes naturales inagotables, algunas por el volumen de energía que contienen o por que son capaces de regenerarse por medios naturales.

Dentro de esta categoría podemos dividir las en 2 grandes grupos según el grado de contaminación que producen. Por un lado tenemos las no contaminantes o “energías limpias o energías verdes” como la solar, eólica, hidráulica, mareomotriz, geotérmica, undimotriz o azul y por otro lado la generada a través de materia orgánica o biomasa, el uso de residuos sólidos o lodos de plantas depuradoras, que a pesar de producir emanaciones de CO₂ en su transformación, al aprovechar esta materia orgánica, en su proceso natural de pudrición realiza igualmente emisiones de gas natural y dióxido de carbono.

Evolución histórica

Los humanos desde tiempos remotos han utilizado las energías renovables, especialmente la solar, eólica e hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua (norias) y la morfología y ubicación de sus edificios para aprovechar el sol son algunos de los usos, en los que la historia demuestra el uso de estas fuentes en épocas donde no se disponía de las fuentes que surgen después de la revolución industrial.

Los inventos como la maquina de vapor, los motores térmicos o eléctricos, reemplazan estas fuentes consideradas inestables por otras que otorgaban una continuidad y constancia en su suministro, especialmente en una época en el que escaso consumo no permitía prever el agotamiento de las fuentes no renovables, ni los problemas ambientales que produciría su uso masivo en el planeta.

Es así que en la década de 1970 resurgen las energías renovables como fuente alternativa por su disponibilidad a futuro y su menos impacto ambiental [Wikipedia 03-12-09. Evolución histórica]

Impacto ambiental de fuentes renovables.

Todas las fuentes de energía producen en mayor o menos medida algún grado de impacto ambiental y a modo de resumen se pueden indicar los siguientes:

En el caso de la energía geotérmica, que aprovecha el calor del interior de la Tierra, tienen el inconveniente que, si se arrastran metales pesados y gases efecto invernadero a la superficie en su generación puede ser muy nociva. Además las localidades geográficas con este recurso cerca de la superficie de la tierra son muy limitadas.

La eólica, obtenida de la fuerza del viento produce impacto visual en el paisaje, ruido de baja frecuencia y problemas si esta instalada en rutas migratoria de aves.

La **hidráulica** de menor impacto es la minihidráulica ya que las grandes presas producen problemas en la biodiversidad, pueden promover pandemias como fiebre amarilla, dengue en especial en climas templados y cálidos, a su vez inundan grandes extensiones de

patrimonios culturales y paisajístico, generan movimiento de poblaciones y pueden aumentar la salinidad de los cauces fluviales.

La **energía solar** es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. El aporte de la radiación solar a la Tierra produce mas cantidad de energía que la que consume la humanidad, si se recoge de la forma adecuada, se puede transformar en energía térmica o eléctrica y además se produce en el mismo lugar de consumo pudiendo integrarse en la arquitectura y evitando las pérdidas relacionadas con el transporte que en la actualidad suponen aproximadamente el 40% del total

Este tipo de energía si bien se encuentra entre las menos agresivas, dentro de este grupo, hay un debate respecto a la fotovoltaica que necesita gran cantidad de energía para producir los paneles fotovoltaicos y el uso de baterías, para almacenar la energía a emplear durante la noche, que producen un desecho de alto impacto.

La **mareomotriz** que utiliza la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa entre el sol, la tierra y la luna, se ha discontinuado por los altísimos costos iniciales en función de la energía generada con los medios actuales y el impacto ambiental que suponen el instalar los dispositivos para su proceso.

La **indumotriz** que utiliza movimiento de las olas, es menos conocida que la mareomotriz y junto con la energía de las corrientes marinas habitualmente tienen bajo impacto ambiental ya que usualmente se ubican en costas agrestes.

La **energía azul** obtenida por la diferencia en la concentración de la sal entre el agua de mar y el agua de río con el uso de la electrodiálisis inversa (o de la ósmosis) con membranas de iones específicos tiene como residuo en este proceso agua salobre.

La **biomasa** a pesar de producir contaminación durante la combustión, genera emisión de CO₂ pero que es reabsorbido por el crecimiento de las plantas. Es una energía que necesita tierras cultivables, fomenta el aumento del monocultivo y puede producir la disminución de tierras disponibles para el consumo humano y la ganadería y un posible aumento de costos de alimentos.

Las fuentes de energía renovables en la actualidad

En la actualidad las fuentes renovables de energía representan un 20% del consumo mundial de electricidad, siendo el 90% de origen hidráulico, el resto se divide entre biomasa 5,5%, geotérmica 1,5%, eólica 0,5% y solar 0,05% [Wikipedia 03-12-09 - Energía renovable en la actualidad].

Alrededor de un 80% de las necesidades de energía en las sociedades industriales occidentales se centran en torno a la industria, la calefacción, la climatización de los edificios y el transporte (coches, trenes, aviones). Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones a gran escala de la energía renovable se concentra en la producción de electricidad.

Según fuentes del IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, en España, las renovables fueron responsables del 19,8 % de la producción eléctrica. La generación de electricidad con energías renovables superó en el año 2007 a la de origen nuclear. [IDAE, 2007]

Greenpeace presentó un informe [García Ortega J.L. et al 2006], en el que sostiene que “la utilización de energías renovables para producir el 100% de la energía es

técnicamente viable y económicamente asumible, por lo que, según la organización ecologista, lo único que falta para que en España se dejen a un lado las energías sucias, es necesaria voluntad política. Para lograrlo, son necesarios dos desarrollos paralelos: de las energías renovables y de la eficiencia energética”.

Energías alternativas en Argentina

Argentina cuenta con una variedad y características geográficas, de suelos y climáticas que permiten el desarrollo de energías renovables. A pesar de ello, el desarrollo de estas energías se ve condicionado de alguna manera, a la disponibilidad de fuentes convencionales no renovables subsidiadas, que hacen más complejo la implementación de nuevas fuentes y la falta de políticas de mayor impacto al respecto.

Si bien la industria argentina de energías renovables está en sus comienzos y aplicada en muy baja escala, el país está en condiciones de desarrollar estas fuentes limpias de energía, como así también su tecnología asociada. [C.A.D.E.R. 2007].

En el caso de la **energía eólica** existen muchas zonas de Argentina, como la patagonia, costa pampeana, la cordillera central y norte entre otras, para el uso del recurso eólico como generador de fuentes renovables. Lo demuestran las instalaciones de los molinos generadores en Santa Cruz, Chubut. Neuquén, La Pampa y sur y costa de la Provincia de Buenos Aires.

Al respecto en la última década hubo un crecimiento importante, a fines de 1990, la potencia instalada era casi inexistente, mientras que siete años después la generación superaba los 12 mil Kw. Durante el año 2001 hubo un importante crecimiento al incorporarse 11.760 kw, llevando el total de la potencia instalada a los 25.660 kw actuales. [Barrameda.com.ar]. Sin embargo, la potencia instalada es reducida en relación con la potencia de las energías convencionales.

La posibilidad de utilizar la **energía de las olas o indumotriz**, cuenta con una amplia costa de miles de kilómetros desde Ushuaia hasta Buenos Aires donde implementar este recurso.

Respecto a la **energía solar** Argentina cuenta con diversas zonas geográficas del país con condiciones favorables para su uso tanto para sistemas térmicos o fotovoltaicos. En el país actualmente tiene una aplicación muy relativa, restringida a zonas rurales alejadas de los tendidos de redes de distribución pública. Existen además instalaciones de estos sistemas como fuente de calefacción de viviendas individuales, para el calentamiento de agua y electrificación de pequeños establecimientos, como escuelas, sin llegar a aplicaciones a gran escala.

Argentina cuenta actualmente con varias instalaciones de generación de **energía hidráulica** de pequeña y gran escala en funcionamiento y con un importante potencial disponible para realizar nuevas instalaciones.

Existen en el país limitadas aplicaciones de **energía geotérmica**, pero se cuenta con excelentes condiciones de disponibilidad aun no explotadas.

Dado el carácter agrícola ganadero de gran parte del territorio, el uso de **biogas** podría ser de importante aplicación aunque en la actualidad no hay gran cantidad de emprendimientos en esta área. [C.A.D.E.A. 1997]

USO DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

Los edificios de oficinas permiten una gran variedad de posibilidades para implementar el uso e integración arquitectónica de tecnologías fotovoltaicas como elemento de la envolvente edilicia para generar energía eléctrica a través de una fuente de renovable. Los módulos fotovoltaicos pueden ser integrados en fachadas y techos.

En el caso de las fachadas pueden ser utilizados, además de para generar energía, como elemento de revestimiento exterior o de protección solar. La incorporación de sistemas a los parasoles presenta ventajas para su funcionamiento y ofrece la oportunidad de desarrollar una nueva imagen arquitectónica, dando al conjunto una imagen medioambiental.

Las instalaciones integradas a techos tienen sentido si existe un área techada existente o una estructura preexistente. En el próximo capítulo se incluyen ejemplos de aplicación que incluyen integración en claraboyas, en estructuras horizontales o inclinadas y sistemas no integrados sobre techos horizontales.

SOSTENIBILIDAD EN ARQUITECTURA

Para poder comprender la importancia de la sostenibilidad en arquitectura previamente debemos hacer una breve síntesis de definiciones y conceptos generales sobre sostenibilidad o sustentabilidad,

Definiciones de Desarrollo Sostenible

El término desarrollo sostenible, sustentable o perdurable se aplica al desarrollo socio económico y se formaliza en un documento conocido como Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo [Comisión Brundtland 1987]. La definición se asume en el 3º Principio de la Declaración de Río en 1992 y dice: "Desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones"

El ámbito del desarrollo sostenible considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. Se deben satisfacer las necesidades de la sociedad como la alimentación, ropa, vivienda y trabajo, limitando el desarrollo y el bienestar social al nivel tecnológico, los recursos del medio y su capacidad para absorber los efectos de la actividad humana.

Se plantea entonces, la posibilidad de mejorar la tecnología y la organización social de forma que el medio ambiente pueda recuperarse al mismo ritmo que es afectado por la actividad humana.

Desde 1968 comienza a hablarse en el Club de Roma de promocionar el crecimiento económico estable y sostenible de la humanidad y en 1972, esta organización promovió el estudio 'Límites del crecimiento' basado en una simulación por ordenador de la evolución del desarrollo humano sobre la base de la explotación de los recursos naturales con proyecciones al año 2100, mostrando la reducción de la población a causa de la contaminación, la pérdida de tierras cultivables y la escasez de recursos energéticos.

En ese mismo año, 1972, en Estocolmo se realiza la primera Cumbre de la Tierra en la Conferencia sobre Medio Humano de las Naciones Unidas y se manifiesta por primera vez la preocupación por la problemática ambiental global en este organismo.

De ahí en más y hasta la actualidad surgen informes, se crean Institutos y comisiones que ponen en evidencia la necesidad de tomar conciencia y medidas urgentes sobre el futuro del planeta, tales como:

- 1980 Informe titulado, Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales
- 1981 Informe Global 2000 del Consejo de Calidad Medioambiental de Estados Unidos, donde se introduce la biodiversidad como factor crítico para el funcionamiento del planeta. [The global 2000 report, 1981].
- 1982 Carta Mundial de la ONU para la Naturaleza y creación del Instituto de Recursos Mundiales [WRI 1982] en EEUU.
- 1984 Se realiza la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, para establecer una agenda global para el cambio.
- 1987 Informe Brundtland Nuestro Futuro Común, elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en el que, se formaliza por primera vez el concepto de desarrollo sostenible. [Comisión Brundtland 1987].
- 1992 Se celebra la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo [Segunda "Cumbre de la Tierra"1992] en Río de Janeiro, donde nace la Agenda 21, se aprueban el Convenio sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica [Declaración de Río] y la Declaración de Principios Relativos a los Bosques
- 1993 V Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea: Hacia un desarrollo sostenible.
- 1994 Primera Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles. [Aalborg 1994-1996-2004]n realizada en Dinamarca donde se redactó la Carta de Aalborg
- 1996 Segunda Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles. El Plan de actuación de Lisboa: de la Carta a la acción.
- 1997 Se aprueba el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual entra en vigor en 2005.
- 2000 Tercera Conferencia de Ciudades Europeas Sostenibles. La Declaración de Hannover de los líderes municipales en el umbral del siglo XXI [Agenda 21, 2000].
- 2001 VI Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea. Medio ambiente 2010: el futuro en nuestras manos.
- 2002 Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible ["Río+10", 2002], Cumbre de Johannesburgo), en Johannesburgo, donde se reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y se dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente.
- 2004 Séptima reunión ministerial de la Conferencia sobre la Diversidad Biológica. Declaración de Kuala Lumpur. Esta declaración crea controversias entre países industrializados y naciones pobres.
- 2004 Conferencia Aalborg + 10 - Inspiración para el futuro. Llamamiento a todos los gobiernos locales y regionales europeos para que se unan en la firma de los Compromisos de Aalborg y para que formen parte de la Campaña Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles.
- 2005 Entrada en vigor del Protocolo de Kioto sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. [Cumbre Mundial 2005]

- 2006 Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo sobre una Estrategia temática para el medio ambiente urbano [Comisión de las Comunidades Europeas, 2006]
- 2007 Cumbre de Bali que busca redefinir el Protocolo de Kioto y adecuarlo a las nuevas necesidades respecto al cambio climático. En esta cumbre intervienen los Ministros de Medio Ambiente de casi todos los países del mundo aunque Estados Unidos de Norte América y China que son los principales emisores y contaminantes del planeta y se niegan a suscribir compromisos.

La justificación del desarrollo sostenible proviene tanto del hecho de tener unos recursos naturales limitados (nutrientes en el suelo, agua potable, minerales, etc.), susceptibles de agotarse, como del hecho de que una creciente actividad económica sin más criterio que el económico produce, tanto a escala local como planetaria, graves problemas medioambientales que pueden llegar a ser irreversibles.

Los límites de los recursos naturales sugieren tres reglas básicas en relación con los ritmos de desarrollo sostenibles.

1. Ningún recurso renovable deberá utilizarse a un ritmo superior al de su generación.
2. Ningún contaminante deberá producirse a un ritmo superior al que pueda ser reciclado, neutralizado o absorbido por el medio ambiente.
3. Ningún recurso no renovable deberá aprovecharse a mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso renovable utilizado de manera sostenible.

La educación para un desarrollo sostenible tiene que ver con un cambio de valores, conductas y estilos de vida.

Arquitectura sostenible

La Arquitectura sostenible, también denominada arquitectura Sustentable, arquitectura verde, eco-arquitectura y arquitectura ambientalmente consciente, es concebir el diseño arquitectónico buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de los edificios sobre el medio y sus habitantes.

Se pueden enunciar una serie de principios que incluirían:

- Considerar y obtener el máximo rendimiento de las condiciones climáticas, hidrográficas y los ecosistemas del lugar en el que se implantan y construyen los edificios produciendo el menor impacto al medio.
- Priorizar el uso de materiales de construcción de bajo contenido energético
- Reducir el consumo energético destinado a calefacción, refrigeración, iluminación, tratando de cubrir esa demanda con fuentes de energía renovable.
- Reducir la generación de residuos, emisiones y gastos para mantenimiento y uso.
- Contemplar un balance global de la edificación considerando las etapas de diseño, construcción, uso y demolición.

Hay distintas formas que intentan evaluar y categorizar una obra a través de factores de calidad que determinen cuan ecológico es un determinado un edificio.

Respecto a este tema el Arquitecto Luis Garrido ha desarrollado un conjunto de indicadores, que cuantifica de 1 a 10 por separado, y para ello separa estos indicadores ecológicos en 5 grupos que a su vez indican variables tales como:

1 - Materiales y Recursos (MR)

- Utilización de materiales y recursos naturales
- Utilización de materiales y recursos reciclados
- Utilización de materiales y recursos reciclables
- Utilización de materiales y recursos duraderos
- Capacidad de reciclaje de los materiales y recursos utilizados
- Capacidad de reutilización de los materiales y recursos utilizados
- Capacidad de reutilización de otros materiales con funcionalidad diferente
- Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados

2 - Energía (E)

- Energía utilizada en la obtención de materiales de construcción
- Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio
- Idoneidad de la tecnología utilizada respecto a parámetros intrínsecos humanos
- Pérdidas energéticas del edificio
- Inercia térmica del edificio
- Eficacia del proceso constructivo [Tiempo, recursos y mano de obra]
- Energía consumida en el transporte de los materiales
- Energía consumida en el transporte de la mano de obra
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante el diseño del propio edificio y su entorno
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante dispositivos tecnológicos

3 - Gestión de Residuos (GR)

- Residuos generados en la obtención de los materiales de construcción
- Residuos generados en el proceso de construcción del edificio
- Residuos generados debido a la actividad en el edificio
- Uso alternativo a los residuos generados por el edificio

4 - Salud (S)

- Emisiones nocivas para el medio ambiente
- Emisiones nocivas para la salud humana
- Índice de malestares y enfermedades de los ocupantes del edificio
- Grado de satisfacción de los ocupantes

5 - Uso (U)

- Energía consumida cuando el edificio está en uso,
- Energía consumida cuando el edificio no está en uso
- Consumo de recursos debido a la actividad en el edificio,
- 4.Emisiones debidas a la actividad en el edificio,
- Energía consumida en la accesibilidad al edificio y,
- Grado de necesidad de mantenimiento del edificio.

En base a estos indicadores, se han modelizado 40 acciones que deberían realizarse para hacer una construcción 100% sustentable. La que a su vez se agrupan en 3 sub-grupos.

- Grupo A - Sin costo adicional [25 acciones que sin costo adicional logran un efectividad sustentable de hasta el 60%],
- Grupo B - Sobre costo moderado, en 10 acciones, del 2 al 5% del costo total de la obra, se logra una sustentabilidad adicional de 30 %
- Grupo C - Sobre costo sustancial en 5 acciones del 5 al 10% del costo total de la obra, se puede lograr un grado adicional del 10%.

Para obtener una Arquitectura Sustentable, se deberían tener una serie de medidas y recomendaciones previas [Luis Garrido, 2006], tales como:

- Desarrollo de normativas respecto al factor de forma, sombras y orientación de los edificios, dispositivos de gestión de residuos.
- Aumento del aislamiento de los edificios
- Establecer ventilación cruzada en los edificios y la posible apertura de ventanas en forma manual por parte de los usuarios.
- Disponer de habitaciones con necesidades de calefacción al norte y los servicios al sur en el caso de Buenos Aires y otras ciudades del hemisferio sur.
- Estudiar las proporciones de muros y ventanas según la orientación (el porcentaje vidriado mayor al norte, luego al este y finalmente sur y oeste para el hemisferio sur)
- Diseñar protecciones solares en las orientaciones que reciben sol, y lograr protección estival y aprovechamiento invernal.
- Aumentar la inercia térmica. especialmente en climas y estaciones con gran amplitud térmica.
- Incentivar la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales de construcción
- Favorecer la prefabricación e industrialización de las partes del edificio.
- Reducir los residuos generados durante la construcción del edificio.

Otro factor importante a tener en cuenta es, la integración de Energías Alternativas en la Arquitectura, como ser:

- Integración de Energías Alternativas en la Arquitectura.
- Utilización de captosres solares térmicos para el agua caliente sanitaria.
- Utilización de biomasa, sobre todo de residuos orgánicos y pellets de aserrín.
- Integrar los colectores solares en la arquitectura sin que reduzcan la eficacia de los mismos
- Integrar y complementar diferentes energías alternativas.
- Optimizar la utilización de la energía solar disponible mediante el diseño bioclimático del edificio.

La Eficiencia Energética en los edificios se puede lograr considerando:

- Aumentar el aislamiento de los edificios.
- Utilizar tecnologías locales de alta eficiencia energética.
- Utilizar dispositivos electrónicos de control del consumo energético.
- Diseñar el edificio con el fin de reducir el consumo de energía durante su uso.
- Utilizar en el diseño y para construcción del edificio materiales que tengan bajo consumo energético para su fabricación, evitar transporte de personal y materiales, utilizar estrategias de prefabricación e industrialización.

CONCLUSIONES

Este capítulo plantea el análisis para llegar a pautas y estrategias de diseño aplicables y muestra las distintas posibilidades de valorar el comportamiento ambiental de los edificios en forma gráfica, física y simulaciones numéricas e introduce los conceptos y el uso de las energías renovables.

Los conceptos aquí expuestos, y las formas de verificación a través de distintos métodos demuestran que con la aplicación de pautas bioambientales durante el proceso de diseño se optimiza el uso de recursos energéticos no renovables y hace más viable la utilización de las nuevas tecnologías con recursos renovables.

A su vez la incorporación de conceptos de eficiencia energética, sustentabilidad y el desarrollo histórico a nivel mundial, nacional y regional de las energías renovables, hacen avistar un panorama alentador en su empleo y un recurso tendiente a mitigar el impacto de las fuentes convencionales mas contaminantes en el planeta.

*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de buenos aires.*

CAPITULO 3 – ESTADO DE ARTE - APLICACIONES EN ARQUITECTURA

INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta ejemplos de aplicaciones de energías renovables y diseño bioambiental en edificios de perímetro libre de diversas técnicas de diseño y tecnologías combinadas que permiten optimizar el comportamiento de las envolventes. Se presentan una serie de estudios de edificios de perímetro libre donde el proyecto original o el cambio de envolventes optimizan el uso de recursos y mejora sustancialmente la posibilidad de acondicionamiento en forma natural.

Se presentan casos de aplicación de sistemas fotovoltaicos para generación de electricidad, adaptados a proyectos existentes o aplicados a nuevos proyectos durante la etapa de diseño.

APLICACIONES EN EDIFICIOS DE PERIMETRO LIBRE.

Las casas de Le Corbusier, tenían ventanas y las ventajas adicionales de balcones expansivos y terrazas de azotea inspiradas en los trasatlánticos., pero en el caso de la Hostería para el Ejercito de Salvación, realizada entre 1929-33 [Randall Tomas and Trevor Garnham 2007 (1)], Le Corbusier rompe con el medio tradicional del control ambiental y aboga por lo que llama “tiempo artificial”, basado en dar respuesta con las nuevas posibilidades presentadas por los acontecimientos técnicos, en una época donde nada hacia suponer que el uso de combustibles fósiles, el exceso de emisiones de CO₂, los gases efecto invernadero, causaran el calentamiento global.

Es así que plantea originalmente una pared lisa incorporando un doble cristal, a la que llamo “la pared que respira” donde el aire frío o caliente podía ser conducido; pero por un tema de coste se colocó cristal simple y se adiciono una ventilación mecánica a un edificio sellado con una enorme extensión vidriada al sur (orientación mas expuesta al sol en París), y obtuvo muchos inconvenientes como temperaturas interiores de 30-33 °C, en verano, bajas temperatura interiores en invierno, falta de aire y una dependencia total en un sistema de ventilación inadecuado.[Banham, 1969]

La necesidad de incorporar ventanas y para dar soluciones a estos inconvenientes la pared de cristal fue sustituida por el acertado uso del brises-soleil que permitía el control de sol y es la imagen que se muestra en la figura 3.1 y 3.2.



Figura 3.1 Vista general de Hostería Ejército de Salvación (1929-1933), Le Corbusier.-
[flickr.com/photos/67385262@N00/623669545/](https://www.flickr.com/photos/67385262@N00/623669545/)



Figura 3.2 Detalle brises-soleil de Hostería Ejército de Salvación (1929-1933), Le Corbusier.-
www.flickr.com/photos/avalonforever/2414092683/

Otro caso es el nuevo edificio en Garston, UK, para las oficinas del BRE (Figura 3.3), su construcción fue una oportunidad ideal de poner nuevas ideas a prueba. El proyecto fue construido como edificio demostrativo, con el fin de reducir el consumo de energía y emisiones de CO2 en el 30% respecto a una construcción tradicional [BRE's Environmental Building, 2000].

Respondiendo a los objetivos del diseño, el edificio utiliza ventilación natural, maximiza el aprovechamiento de la iluminación natural, emplea la masa del edificio para moderar la temperatura y evita el uso de aire acondicionado, principal consumidor de energía en muchos edificios de oficina. A su vez emplea materiales reciclados y alcanza el nivel 'excelente', la más alta calificación de BREEAM.

La clave de la ventilación para ahorrar energía se encuentra evidenciada en la fachada sur (Figura 3.4), mediante 5 ejes de ventilación que avanzan por encima de la fachada. El sol calienta los cristales y el acero inoxidable de las chimeneas, calentando el aire y provocando el movimiento de aire a través de las chimeneas y también por las losas, que a su vez tiene un sistema con agua fría para refrescamiento. Este agua a su vez es recirculada y regresada al suelo. Durante el invierno el agua es calentada por el sistema de calefacción eficiente del edificio.

Para aprovechar al máximo la iluminación natural, el edificio cuenta con área vidriada que permite altos niveles de iluminación y dispone de un sistema de protección solar para evitar sobrecalentamiento, además de un sistema de persianas motorizadas, regulables y translucidas que permiten regularlas para protección o actúan como 'Shelves' para reflejar la luz sobre el cielorraso y hacia el interior, reduciendo la iluminación artificial necesaria en las oficinas mas alejadas de las ventanas, cumplimentándose con lámparas de alta eficiencia (figura 3.5).

Se instalo sobre la fachada un generador fotovoltaico integrado al edificio, con células amorfas de silicio, que alimentan el suministro principal a través de un inversor, agregando un sistema adicional de energía con una fuente no contaminante (Figura 3.6).



Figura 3.3 Edificio BRE, Vista general
<http://projects.bre.co.uk/envbuild/index.html>

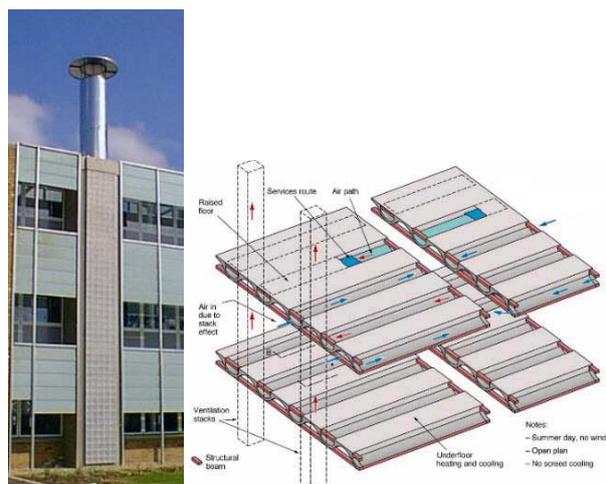


Figura 3.4 Detalle de sistema de ventilación y refrigeración. Chimeneas y huecos en losas



Figura 3.5 Detalle de protecciones.



Figura 3.6 Fotovoltaicos integrados en fachada.

Las figuras 3.7 al 3.10, muestran otras aplicaciones de diseño en distintas partes del planeta y a distintas escalas, que permiten, mediante estrategias bioclimáticas, mejorar las condiciones de confort en los espacios habitables.



Figura 3.7 Callejones cubiertos en Ghadames, Libia. Foto Luca Galuzzi 2007



Figura 3.8 Uso de recovas para protección del clima. Uganda. Foto Daniela Rodríguez Cabo Doria (2005).



Figura 3.9 Fachada con protección solar. En Venezuela. Arq. Villanueva.
http://www.centenariovillanueva.web.ve/CUC/Su_Presente/Descrip_General

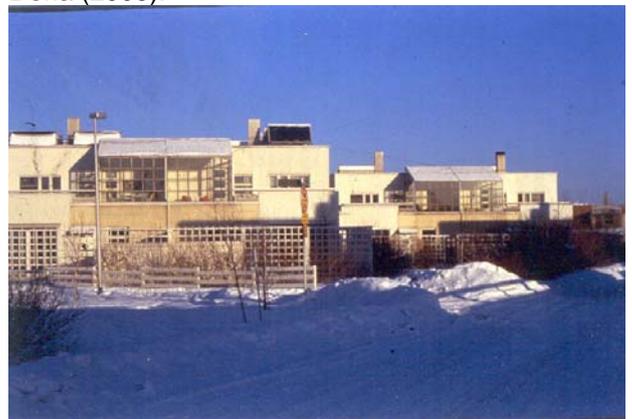


Figura 3.10 Ganancia solar, fachadas en clima frío, Finlandia. Foto Martin Evans.

ESTUDIO DE CASOS DE REEMPLAZO DE ENVOLVENTES

Un caso de reemplazo de fachadas realizado en la Ciudad de Buenos Aires en un edificio de perímetro libre, es el del Edificio de la Unión Industrial Argentina (UIA); el trabajo se realizó sobre la fachada vidriada con orientación este, que recibe el sol de la mañana.

Sobre esta fachada el proyecto original estaba materializado con una superficie vidriada sin ventanas de abrir con vidrio absorbente. La situación de discomfort interior llevo al personal que utilizaba las oficinas a colocar papeles pegados a los vidrios para poder atenuar la incidencia del sol en los planos de trabajo, como se puede ver en la foto de la Figura 3.11 y 3.12



Figura 3.11 Fachada este original del Edificio de la UIA. Catalinas Norte, Ciudad de Buenos Aires. Argentina. Fotos J.M Evans



Figura 3.12 Vista general de la fachada este original. UIA

Se decidió el reemplazo por una nueva fachada con vidrios reflejantes, que tiene menos transmisión de la radiación solar, con la consiguiente mejora en el nivel de confort y reducción en el consumo de energía para acondicionamiento. La nueva fachada es la que se muestra en la figura 3.13



Figura 3.13 Nueva fachada del Edificio de la UIA. Catalinas Norte, Ciudad de Buenos Aires. Argentina. Foto J.M Evans

APLICACIÓN DE FOTOVOLTAICOS EN EDIFICIOS

Se detallan a continuación distintas aplicaciones de fotovoltaicos en edificios en distintas ciudades, se trata de nuevos proyectos donde se incorporó el sistema desde su concepción o en otros casos, aplicaciones en edificios existentes.

Estos proyectos fueron ejemplos empleados durante el Taller Seminario de Tecnología Solar, “*Una propuesta arquitectónica para el nuevo Milenio*” realizado entre abril y agosto de 1999 en la FADU-UBA, en Buenos Aires, Argentina [UBA et al 1999]

Uno de los primeros proyectos demostrativos impulsados por una compañía de electricidad local, es el que se implementó en un desarrollo urbano en la ciudad de Amersfoort de los Países Bajos, donde se instalaron módulos fotovoltaicos y colectores solares en los techos de 50 albergues. (Figura 3.14).

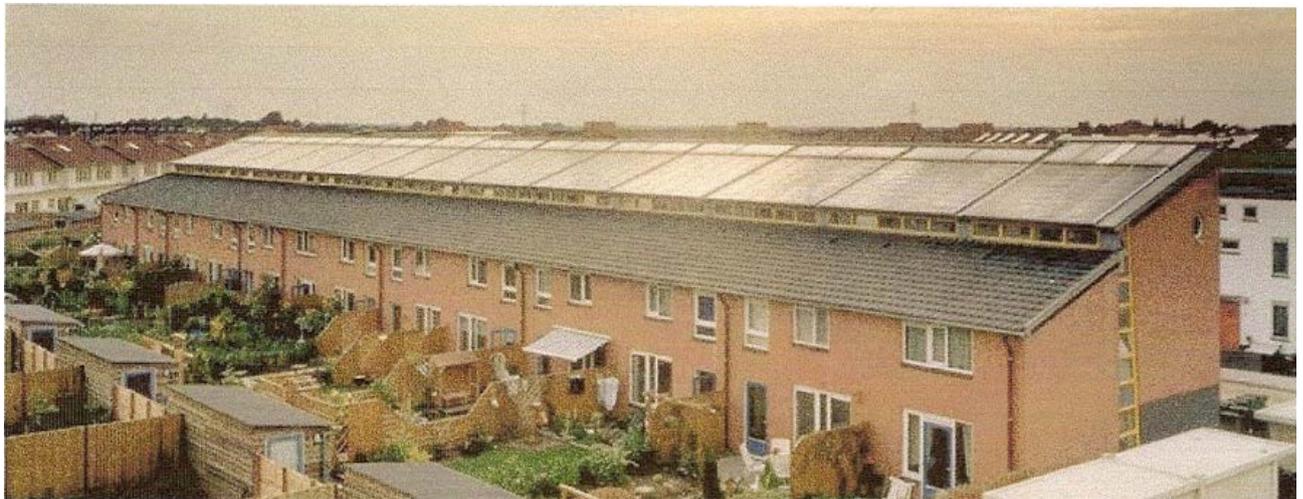


Figura 3.14. 50 Albergues en Amersfoort. Países Bajos

La compañía eléctrica de Bremen, Alemania llevo a cabo un proyecto de 80 casas fotovoltaicas con sistemas integrados a los techos y un concepto innovador de interconexión a la red eléctrica, que permitió reducir el costo de los sistemas fotovoltaicos, a partir de este desarrollo.



Figura 3.15.
Casas fotovoltaicas
en Bremen, Alemania

El Northumberland Building, Newcastle en Tyne, Reino Unido es un ejemplo de la restauración de un edificio existente, que usa módulos convencionales en un revestimiento del tipo rainscreen. En este caso se utilizaron módulos BP que se inclinaron

a 75° para aumentar el rendimiento de energía durante el año y además proporciona protección solar en las oficinas (Figura 3.16).

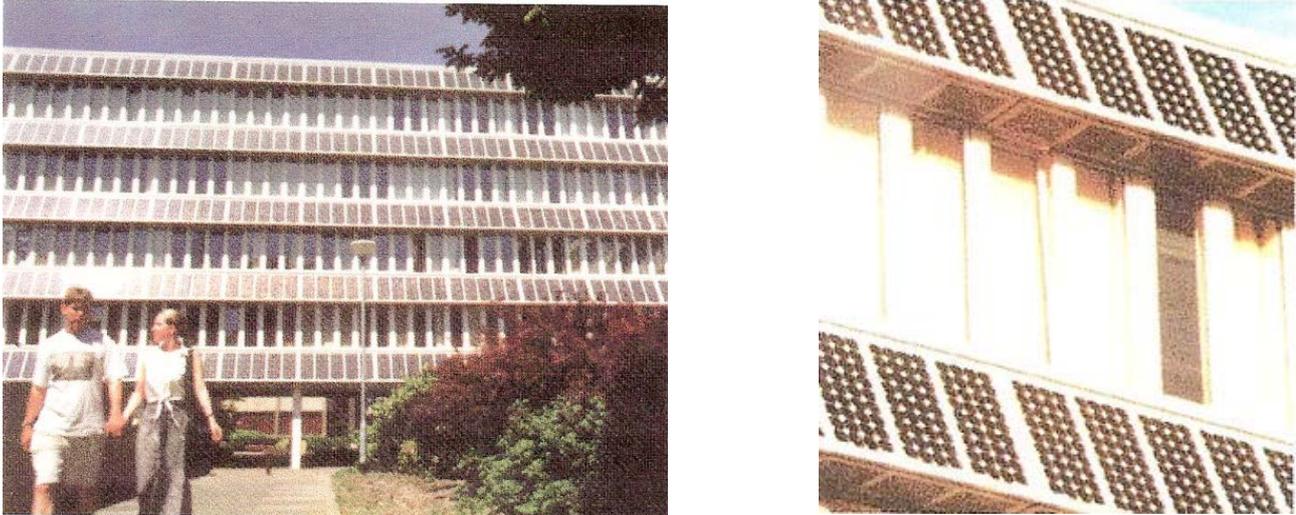


Figura 3.16. Northumberland Building, Newcastle en Tyne, Reino Unido. Imagen general y detalle

La Oficina Solar de Doxford International en Sunderland, Reino Unido pertenece a un parque comercial de oficinas, y el edificio se diseñó para minimizar el uso de energía y su piel externa para integrar el sistema fotovoltaico que provee la energía usada. (Figura 3.17).



Figura 3.17. Oficina Solar de Doxford International en Sunderland, Reino Unido

La nueva construcción de oficinas del Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, ya detalladas al principio de este capítulo, permitió la oportunidad de poner en práctica nuevas ideas. En el diseño de los revestimientos vidriados se incorporaron celdas de silicio amorfo de película delgada. Como se detalló anteriormente (figura 3.3 y 3.6)

La restauración del edificio de departamentos en Kolding, Dinamarca, permitió demostrar como esta tecnología cumple un papel importante en la modernización y renovación urbana. En este proyecto se integró un sistema fotovoltaico en el techo y en las barandas de los balcones de los departamentos (Figura 3.18). Completando la restauración, se incrementó la aislación térmica, se mejoró el sistema de calefacción y se introdujeron electrodomésticos de bajo consumo eléctrico.



Figura 3.18. Departamentos en Kolding, Dinamarca

Algunos ejemplos del uso de fotovoltaicos como elemento de protección solar, se pueden observar en la restauración de un edificio comercial en Innsbruck, Austria (Fig. 3.19) o en el Banco Estatal de Bavaria en Munich, Alemania. (Fig. 3.20).



Fig. 3.19 Edificio comercial en Innsbruck, Austria



Fig. 3.20 Bco. Estatal de Bavaria. Munich, Alemania

La fachada fotovoltaica de la biblioteca de Mataró en Barcelona, España, cuenta con 108 módulos fotovoltaicos multifuncionales semi-transparentes. Colocados en la fachada, posee detrás de las celdas, una cámara que permite precalentar aire, que es inyectado al sistema de calefacción convencional durante el invierno y es ventilado al exterior en verano. (Fig. 3.21)



Figura 3.21 Vista exterior Biblioteca Mataró, Barcelona, España





Figura 3.22 Detalle fotovoltaico exterior e interior Biblioteca Mataró, Barcelona, España

El avance en diseños para incorporar sistemas fotovoltaico como elementos integrantes de cerramientos, avanza en forma constante; un ejemplo y el primero en su tipo construido en Europa, es el Solarzentrum en Freiburg, Alemania que incorpora paneles fotovoltaicos en una fachada de vidrio estructural, con una potencia instalada se 7,9 kwp en la fachada sur y 1.6 kwp en la fachada este. Además posee módulos integrados a la estructura de techo e instalados en forma convencional para la instalación de laminados vidriados. (Fig. 3.22)



Figura 3.23. Solarzentrum en Freiburg, Alemania.

CONCLUSIONES

Este capítulo muestra ejemplos del uso y aplicación de energías renovables y diseño bioambiental en edificios a nivel mundial, y resoluciones de técnicas de diseño y tecnologías combinadas que optimizan el comportamiento de la envolvente y el interior. El uso de tecnologías no renovables como la fotovoltaica, permiten su incorporación integrada a la envolvente perimetral, suministrando parte del consumo energético del espacio interior en estudio.

Su aplicación durante el desarrollo del diseño o la modificación y adaptabilidad en obras existentes, permiten optimizar el uso de recursos para acondicionamiento de edificios. Esta tesis analiza la posibilidad de aplicar estos recursos en edificios de perímetro libre en el contexto de la Ciudad de Buenos Aires.

CAPITULO 4 - ANÁLISIS DEL MEDIO

INTRODUCCIÓN

Este capítulo presenta el análisis de las condiciones ambientales de la localidad en estudio con datos climáticos obtenidos de estaciones meteorológicas, como temperaturas media, máxima y mínima, humedad, precipitaciones, nubosidad, condiciones de cielo, frecuencias y velocidades de viento

Además se introduce a la gráfica de trayectoria solar para la latitud del proyecto con valores de azimut y altura. Sobre la estereográfica de esta trayectoria, se presenta una forma de mostrar un primer análisis de las condiciones generales del clima.

Luego se muestra la forma de realizar graficas, cruzando distintas variables, que dan como resultado, una serie pautas y estrategias para implementar en el proyecto, las que permiten mejoras considerables en el resultado final y optimización del uso de energías para acondicionamiento.

ANÁLISIS DE DATOS CLIMÁTICOS

Los datos meteorológicos utilizados corresponden a la Estación Meteorológica de Aeroparque, el aeropuerto local a solo dos kilómetros del edificio, y a la misma distancia del Río de la Plata. Se considera que las diferencias entre las condiciones alrededor del edificio y las de la estación son mínimas.

Se detallan a continuación los gráficos de clima correspondientes, que surgen de los datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) que depende de la Fuerza Aérea Argentina (FAA) de la estación Aeroparque.

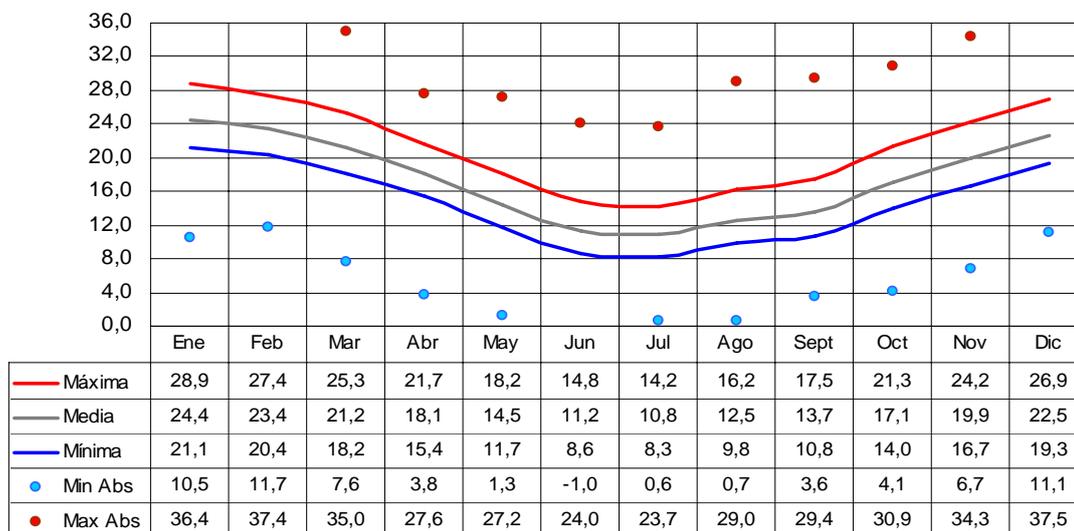


Figura 4.1 Gráfico temperaturas. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque

En el gráfico de temperaturas (Figura 4.1), se observa que en verano, el sitio presenta temperaturas medias de 24° C con máximas medias de 29° C. El invierno, con 1045 grados días, no presenta temperaturas medias inferiores a los 8 grados. La amplitud térmica media es baja con oscilaciones entre 8° a 10° C según la estación del año.

La humedad relativa media (Figura 4.2) varía entre 50 y 100 %, relativamente alta aunque sin niveles excesivos en verano.

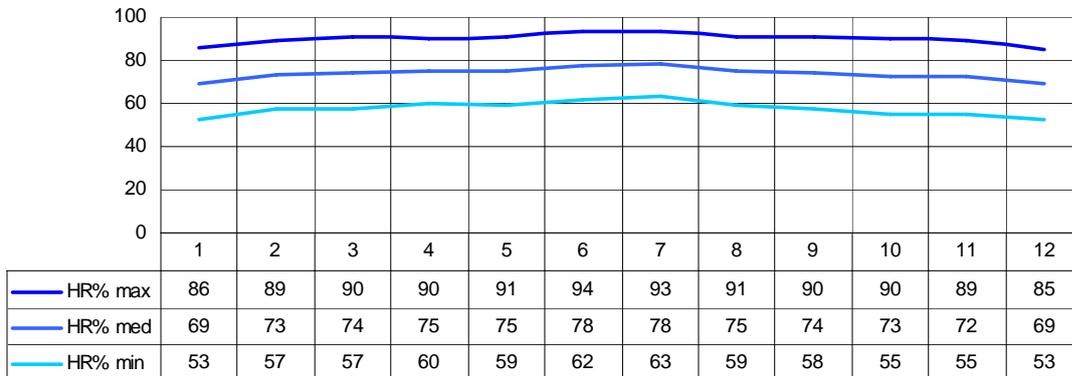


Figura 4.2 Gráfico humedad relativa. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque

En el gráfico de precipitaciones (Figura 4.3), indica un promedio anual de precipitación de 1062 mm, con una buena distribución en todos los meses del año.

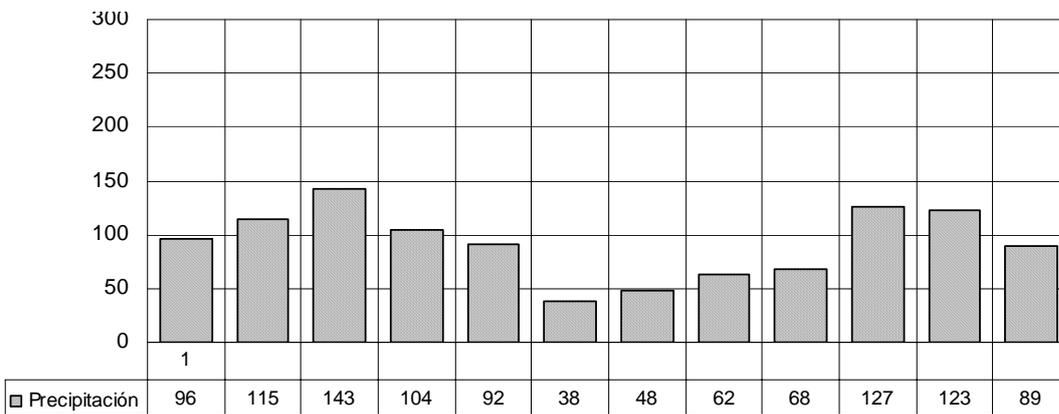


Figura 4.3 Gráfico precipitación. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque

La nubosidad media mensual (Figura 4.4), no supera los 4/8, una indicación de la importancia de la radiación solar en días con cielo claro.

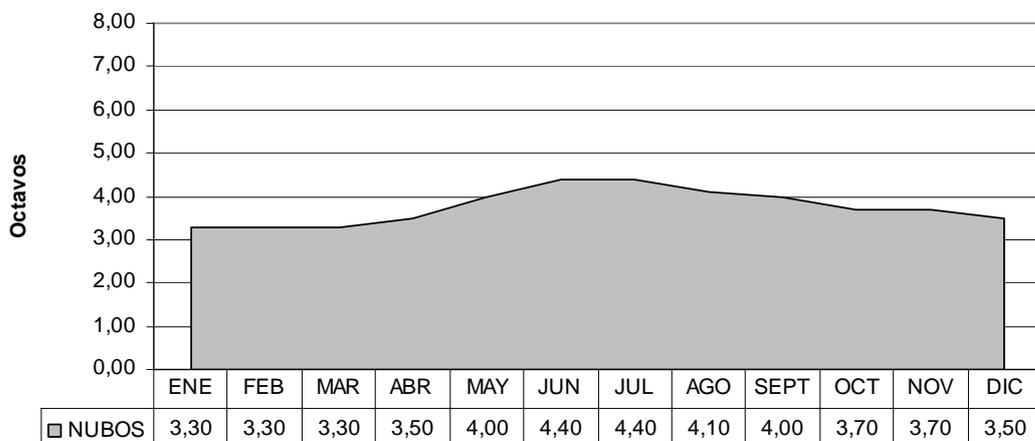


Figura 4.4 Gráfico nubosidad. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque

Las condiciones del cielo que se indican en la Figura 4.5, muestran condiciones parejas durante todo el año aumentando levemente los días con cielo cubierto en la época invernal. Casi todo el año se registran entre un 30 y un 40% de días claros

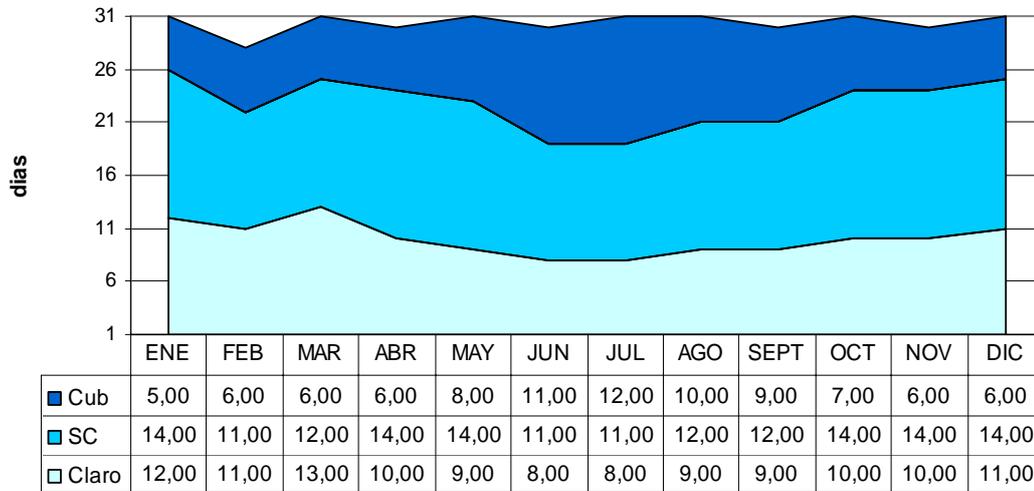
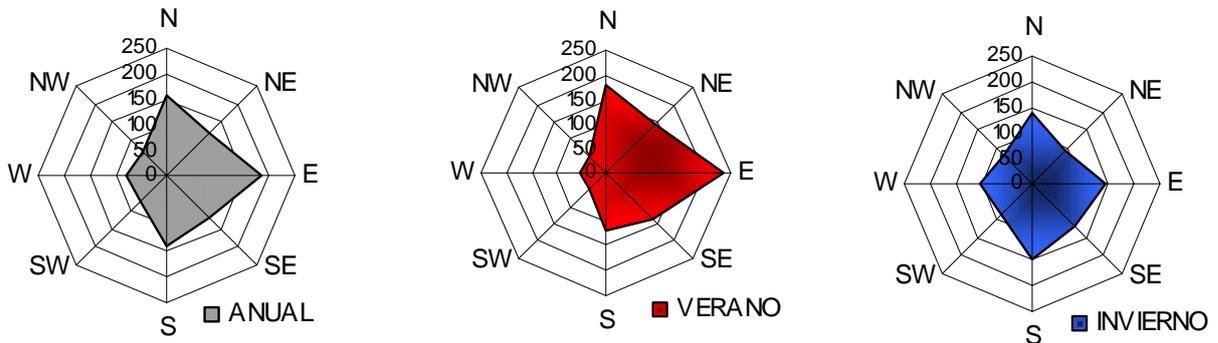


Gráfico 4.5 Gráfico condiciones del cielo. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque

Según se observa en los diagramas de velocidad y frecuencia de viento (Figura 4.6) los vientos predominan del cuadrante N, especialmente en invierno, y del este en los meses con mayor temperatura a una velocidad que varía entre 14 a 16 km/h.

Frecuencias de viento



Velocidades de viento

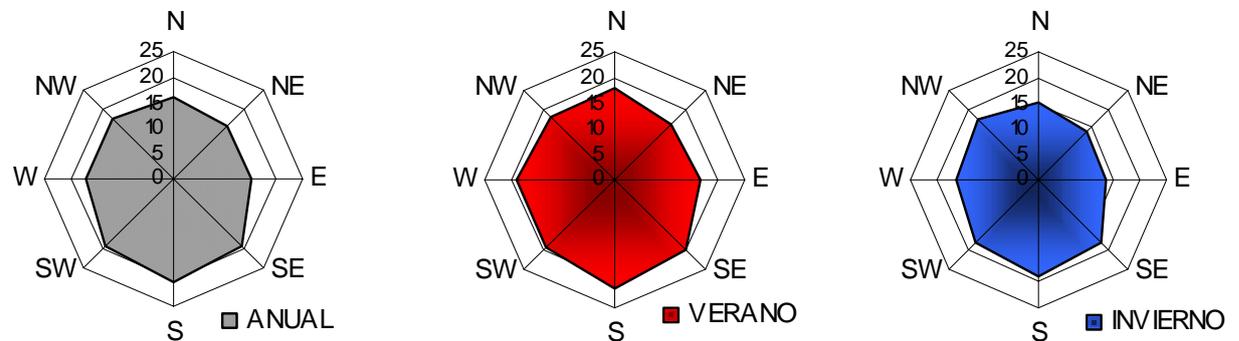


Gráfico 4.6 Diagramas de vientos, frecuencias y velocidades. Datos del SMN - FFA Estación de medición: Aeroparque.

La radiación promedio para esta zona es de 16,2 Mj/m² x día, la que frecuentemente provoca problemas de sobrecalentamiento en la época estival, según la orientación de la fachada y superficie de vidrio

TRAYECTORIA SOLAR

La trayectoria solar para la latitud 34° 34' correspondiente a la ciudad de Buenos Aires, se encuentra representada en la proyección estereográfica. (Figura 4.7)

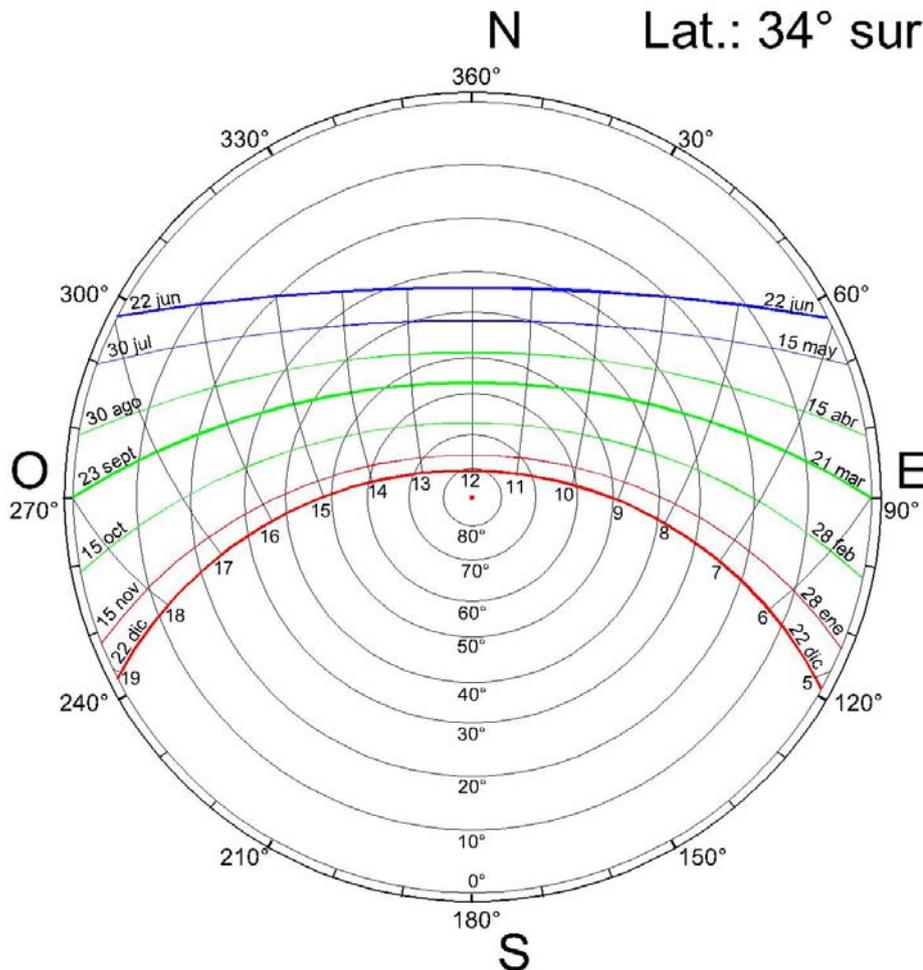


Figura 4.7 Proyección estereográfica de la trayectoria solar para Buenos Aires (Latitud 34° 34')

Los valores azimut y altitud del sol, durante los solsticios y equinoccios, que utilizaremos para realizar los estudios de asoleamiento del presente trabajo se encuentran indicados en la tabla de la Figura 4.8.

Fecha	Áng.	Horarios														
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
22 de junio	Alt.				8,8	18,0	25,4	30,3	32,1	30,3	25,4	18,0	8,8			
	Azi.				53,5	43,0	30,5	16,0	0	344,0	329,5	317,0	306,5			
23 de septiembre	Alt.		0,3	12,7	24,7	36,1	46,0	53,3	56,1	53,6	46,0	36,1	24,7	12,7	0,3	
	Azi.		90,3	81,7	72,2	60,8	45,9	25,6	0	334,3	313,9	299,0	287,6	278,1	269,5	
22 de diciembre	Alt.	1,7	13,0	24,9	37,1	49,5	61,7	72,9	78,9	72,9	61,7	49,5	37,1	24,9	13,0	1,7
	Azi.	117,6	109,7	102,3	94,9	86,5	75,1	53,8	0	306,2	284,9	273,5	265,1	257,7	250,3	242,4
21 de marzo	Alt.		0,3	12,7	24,7	36,1	46,0	53,3	56,1	53,6	46,0	36,1	24,7	12,7	0,3	
	Azi.		90,3	81,7	72,2	60,8	45,9	25,6	0	334,3	313,9	299,0	287,6	278,1	269,5	

Figura 4.8 Tabla de ángulos de azimut y altura del sol para los solsticios y equinoccios

ANÁLISIS DE PAUTAS Y ESTRATEGIAS PARA EL CLIMA DE BUENOS AIRES

Sobre un gráfico de la trayectoria solar se volcaron una síntesis de los impactos climáticos mas importantes a considerar en el clima de Buenos Aires, estos se encuentran indicados en la figura 4.9.

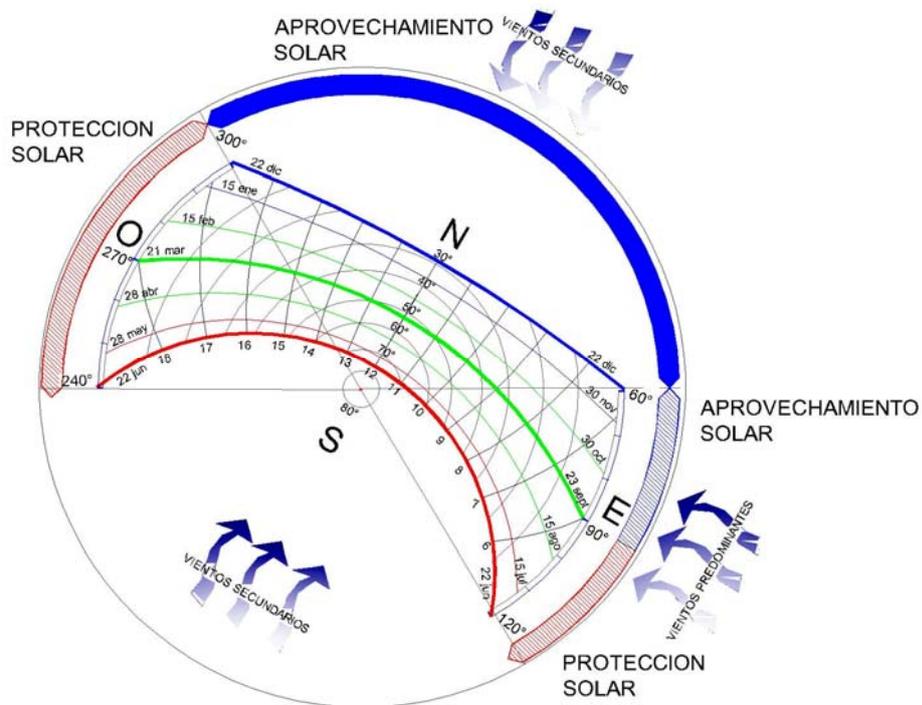


Figura 4.9 Síntesis de los impactos climáticos de sol y viento sobre estereográfica de trayectoria de sol.

Analizando primero el comportamiento de un día típico (Figura 4.10), se puede establecer las variaciones de temperatura durante el transcurso del día en los distintos meses (Figura 4.11 y 4.12) y ajustar así, el análisis de las pautas y estrategias con las funciones y necesidades según las condiciones de uso del espacio

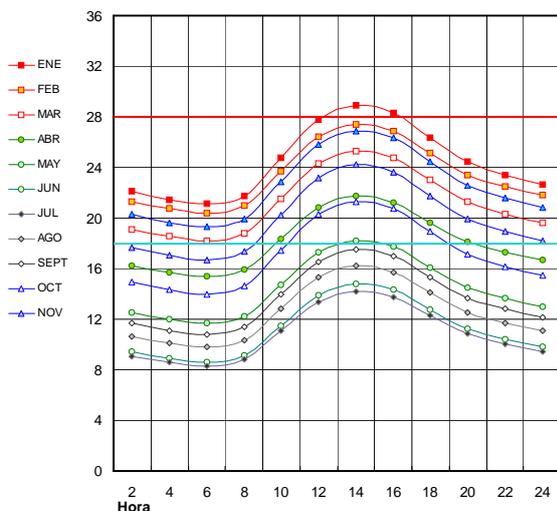


Figura 4.10 Diagrama de temperaturas en un día típico

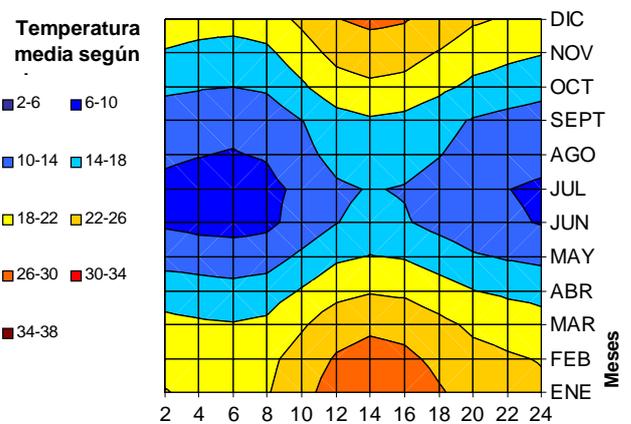


Figura 4.11 Diagrama de temperaturas diarias en distintos meses de año

HORAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Promedio
ENE	22	21	21	22	25	28	29	28	26	24	23	23	24,4
FEB	21	21	20	21	24	26	27	27	25	23	22	22	23,4
MAR	19	19	18	19	22	24	25	25	23	21	20	20	21,2
ABR	16	16	15	16	18	21	22	21	20	18	17	17	18,1
MAY	13	12	12	12	15	17	18	18	16	14	14	13	14,5
JUN	9,4	8,9	8,6	9,1	12	14	15	14	13	11	10	9,8	11,2
JUL	9,1	8,6	8,3	8,8	11	13	14	14	12	11	10	9,5	10,8
AGO	11	10	9,8	10	13	15	16	16	14	13	12	11	12,5
SEPT	12	11	11	11	14	17	18	17	15	14	13	12	13,7
OCT	15	14	14	15	17	20	21	21	19	17	16	15	17,1
NOV	18	17	17	17	20	23	24	24	22	20	19	18	19,9
DIC	20	20	19	20	23	26	27	26	24	23	22	21	22,5

Figura 4.12 Tabla de temperatura de un día típico con temperaturas promedio para cada mes del año

Con los datos climáticos disponibles se realizaron gráficos de confort para poder obtener las condiciones disponibles naturalmente, pudiendo así analizar y establecer las pautas y estrategias que sería necesario implementar para optimizar las condiciones de confort en el interior del edificio.

Existen una serie de gráficos empleados para determinar y analizar distintas situaciones de confort, algunos de ellos son resultado de utilizar el programa e-clim desarrollado en el CIHE-FADU-UBA y los resultados obtenidos están detallados a continuación

Diagrama con zona de confort según temperatura media y amplitud.

Este grafico (Figura 4.13) posee como variables, la temperatura media y la amplitud de temperatura, En el diagrama aparece determinada las zonas de confort deseables en distintas épocas del año en función de estas dos variables [Evans, J. M., 2003, 2007].

Diagrama de grados días y temperaturas de diseño.

Este gráfico (Figura 4.14) permite calcular los grados días anuales, relacionando la temperatura media a lo largo del año y determinando los días que la misma se encuentra por debajo de las condiciones de confort.

Diagrama psicrométrico

Utilizando el diagrama psicrométrico (Figura 4.15) y determinando en él las zonas de confort respecto a la relación temperatura y humedad, se puede volcar los datos de temperatura y humedad máximas y mínimas promedio mensuales y visualizar gráficamente las condiciones climáticas para cada mes y su ubicación respecto a las condiciones de confort standard deseables.

Con los datos obtenidos, se puede determinar las distintas estrategias a utilizar cada mes, y lograr obtener en forma natural condiciones confortables en el proyecto.

Gráfico de Fanger

Este diagrama (Figura 4.16) indica la situación de confort, mediante un Voto Medio Predecible que surge de analizar una situación de temperatura, humedad y velocidad del aire, considerando además el valor aislante de la vestimenta, medido en CLO y la actividad física del ocupante en el espacio a analizar, considerando acondicionamiento natural, sin refrigeración y con calefacción mínima. [Fanger P.O., 1973 - 2001].

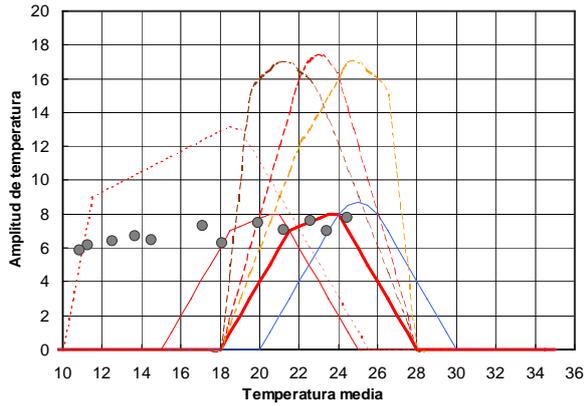


Figura 4.13 Diagrama con zona de confort según temperatura media y amplitud.

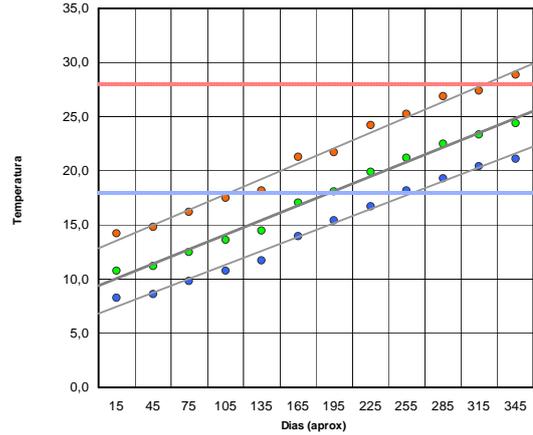


Figura 4.14 Diagrama de grados días y temperaturas de diseño.

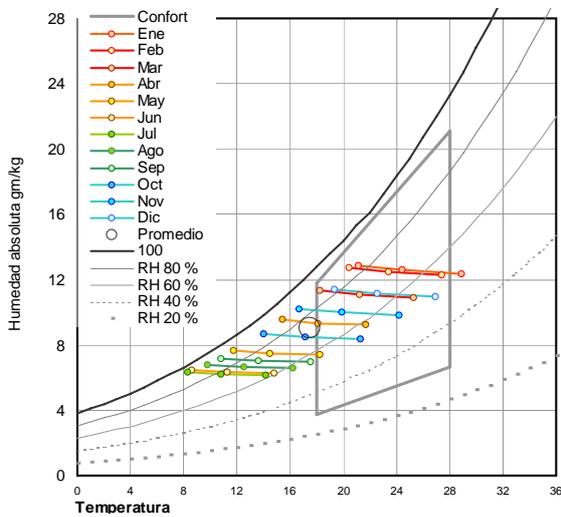
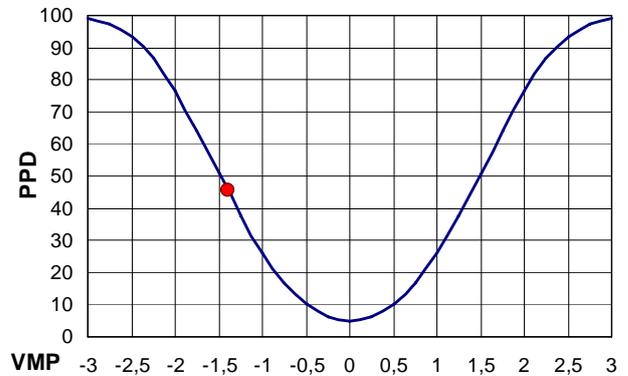


Figura 4.15 Diagrama psicrométrico con área de confort, temperaturas y humedades máximas y mínimas mensuales



Nota: el ajuste de VMP fue propuesto por O. Fanger en el Seminario sobre Confort, Windsor, 2001

Figura 4.16 Gráfico de Fanger – Voto Medio Predecible. Cálculo de confort ISO 7763 (1985)

CONCLUSIONES

Este capítulo permite realizar un análisis de las condiciones climáticas del lugar donde se encuentra implantado el proyecto.

Mediante este estudio y análisis se pueden analizar distintas situaciones de confort del medio disponible y determinar las pautas y estrategias a implementar para lograr con el diseño, mejoras en las condiciones de confort de los espacios a proyectar.

Mediante la implementación de los recursos de diseño que surgen de este análisis, se puede conseguir mejoras considerables en resoluciones de acondicionamiento natural, con el resultado de reducir el uso de energía para lograr las condiciones de confort deseables, pudiendo reducir el uso de fuentes auxiliares convencionales y en algunos casos o en algunas épocas del año desestimar el uso de una fuente auxiliar.

*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.*

CAPITULO 5 – CASO DE ESTUDIO MEDICIONES Y SIMULACIONES

INTRODUCCION

En este capítulo se realiza un análisis del caso de estudios adoptado y se divide en 4 secciones donde en cada una, se detalla una característica específica del estudio según el siguiente orden.

- 5-1 Análisis del caso de estudio
- 5-2 Mediciones in situ
- 5-3 Registro de mediciones en laboratorio
- 5-4 Comparativa de resultados.

Permite entender las características del emplazamiento del edificio de perímetro libre tomado como caso práctico y de los módulos de estudio con iguales características formales, de uso y con diferentes orientaciones. Se detallan la materialización de envolvente, visuales hacia el entorno, vistas interiores, incorporando imágenes para mejorar su comprensión.

Se detallan los resultados de estudios realizados in situ con el instrumental del Laboratorio de Estudios Bioambientales de CIHE [Evans J.M. et al. (1988)]. Estas mediciones permiten tener un registro de las condiciones de cada módulo en estudio en su interior con instrumentos de medición individual y en el exterior a través de la estación de medición central ubicada en la azotea del mismo edificio.

Se detalla además, las características de la maqueta del módulo en estudio realizada con el fin de realizar mediciones de asoleamiento e iluminación natural en laboratorio, y el desarrollo de los resultados obtenidos en las simulaciones físicas en el Simulador del Movimiento Aparente del Sol (Heliodón) y en el Cielo Artificial.

Luego se evalúan los módulos con simulaciones en el programa Quick [Richards y Matthew, 1994] y con los datos que surgen de los distintos medios de evaluación y medición, finalmente se realiza una comparativa de los resultados obtenidos.

Esta serie de estudios y comparativas, permite obtener factores aplicables que permitirán en el próximo capítulo evaluar la propuesta de la nueva envolvente y comparar los resultados con la situación existente.

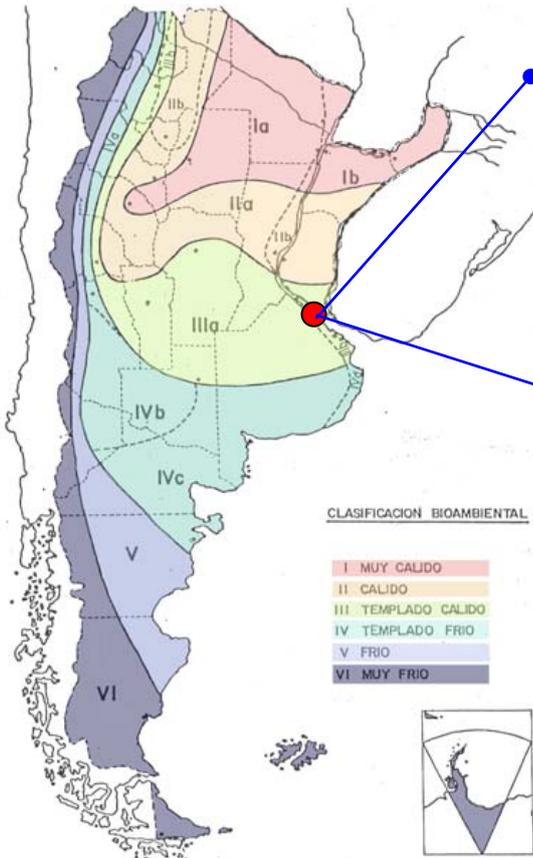
5-1 ANÁLISIS DEL CASO DE ESTUDIO

SITUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO DEL EDIFICIO DE ESTUDIO

Características del entorno

El edificio de perímetro libre está ubicado en la latitud 34° 34' Sur y, según la Norma IRAM 11603 [IRAM 1996] que divide al país en 6 Zonas Bioambientales con 10 subzonas, se encuentra en la zona IIIb (templada - cálida). (Figura 5.1)

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
 Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.



Edificio en estudio
 Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la
 Universidad de Buenos Aires - Ciudad Universitaria –
 Ciudad Autónoma de Buenos Aires



Figura 5.1. Mapa de zonas y subzonas bioambientales de la República Argentina, y ubicación del caso de estudio.

Figura 3.10- Las zonas bioambientales según la Norma IRAM 11.603

39

El predio de implantación se encuentra a orillas del Río de la Plata, el edificio está expuesto a las inclemencias climáticas del sol y del viento, dado que el entorno inmediato, libre de edificaciones y escasa vegetación, no modifica el microclima característico de la zona como puede observarse en las Figuras 5.2 a 5.9.



Figura 5.2 Implantación del edificio

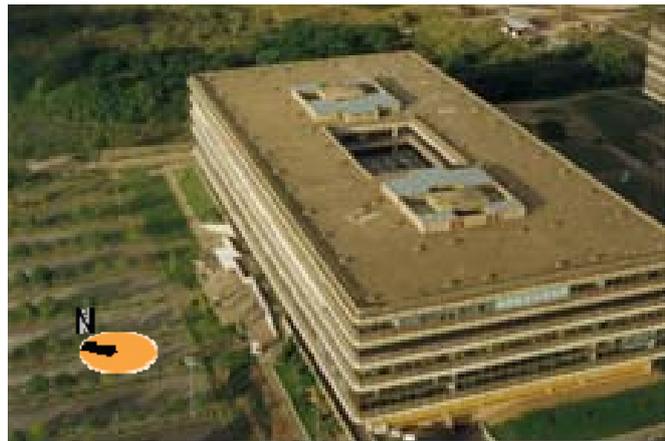


Figura 5.3 Vista general del edificio en estudio



Figura 5.4 Vista general desde calle de acceso



Figura 5.5 Vista general desde estacionamientos



Figura 5.6 Vista del entorno exterior desde el interior hacia el sudoeste



Figura 5.7 Vista del entorno desde el interior del edificio hacia el noroeste



Figura 5.8 Vista del entorno exterior desde el interior hacia el noreste (vista Río de la Plata)

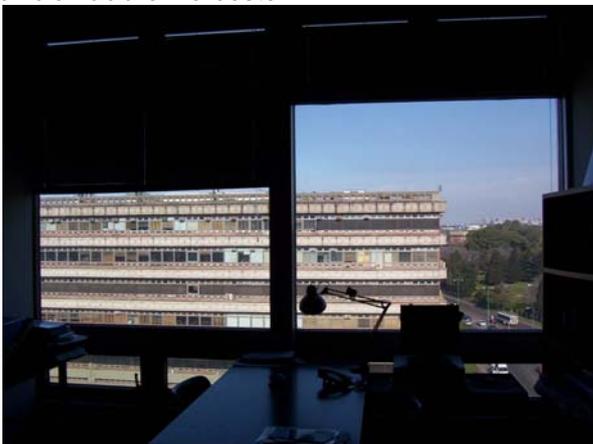


Figura 5.9 Vista del entorno desde el interior del edificio hacia el sudeste

ESTUDIO DE LA ENVOLVENTE ACTUAL

Características del edificio

El edificio, habilitado en 1973 para la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, consta de 7 pisos sobre el terreno (1 subsuelo semi-enterrado, 2 entrepisos y 4 plantas), con una planta rectangular de 144 m. x 72 m. y un patio central de 24 m. x 36 m. como se puede ver en las figuras 5.10 a 5.15.

El mismo no cuenta con acondicionamiento mecánico, presentando varios problemas de confort como sobrecalentamiento en verano, temperaturas muy bajas en invierno y problemas de iluminación natural.



Figura 5.10 Vista fachada exterior

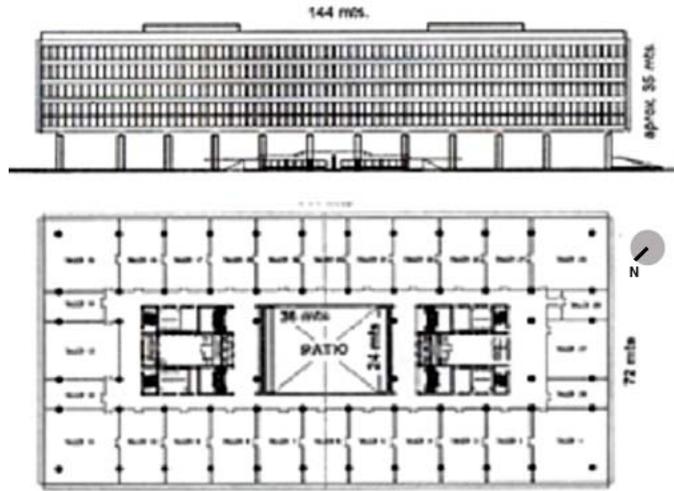


Figura 5.11 Fachada noroeste y planta del segundo piso

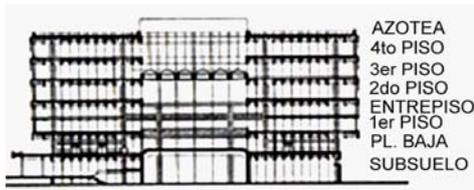


Figura 5.12. Corte transversal



Figura 5.13. Patio central desde 4to piso



Figura 5.14 Patio central planta baja



Figura 5.15. Circulaciones 2do y 4to piso

Las fachadas totalmente vidriadas están compuestas por carpinterías con importantes superficies fijas y ventiluces en el sector superior e inferior. El mal uso de este sistema produjo la rotura de varios sistemas móviles produciendo falta de ventilación en verano y exceso de infiltraciones en invierno (figuras 5.16 a 5.18).



Figura 5.16. Vista exterior



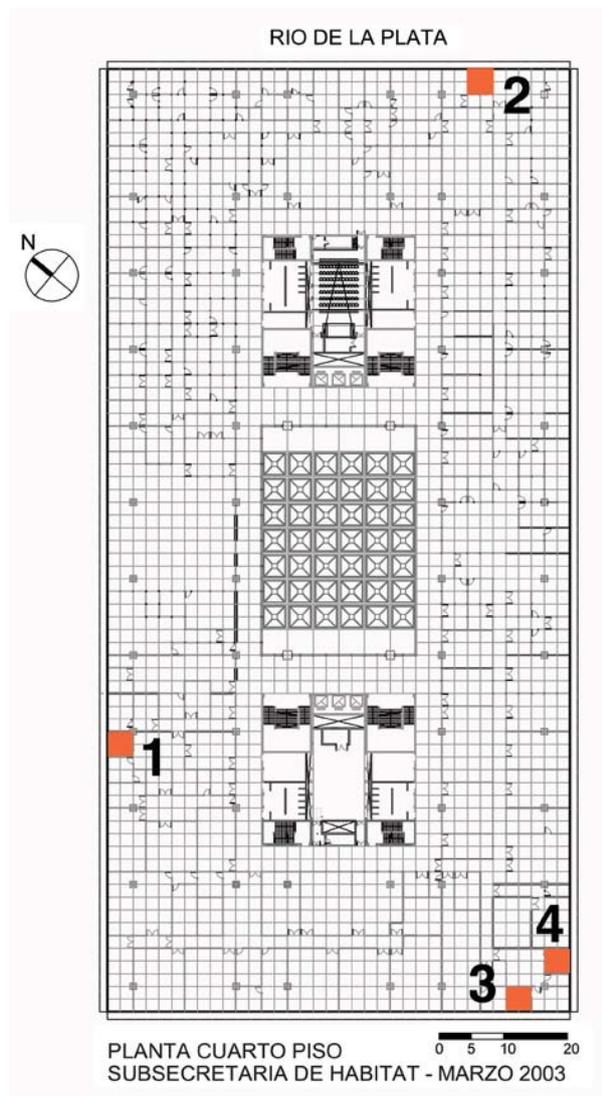
Figura 5.17. Detalle desde interior



Figura 5.18. Detalle carpintería

Características de los módulos de estudio

Para el desarrollo del trabajo se seleccionaron 4 módulos del 4to piso, con iguales características constructivas y dimensionales, pero cada uno con distinta orientación sobre cada fachada del edificio, según se indica en la Figura 5.19 y sobre las fachadas de las imágenes de la figura 5.20.



- 1.- MOD1-NO - Módulo noroeste (NO)
Oficina del Centro de Investigación Hábitat y Energía.
- 2.- MOD2-NE - Módulo noreste (NE)
Oficina de la Secretaría de Investigación.
- 3.- MOD3-SO - Módulo sudoeste (SO)
Oficina de Investigación
- 4.- MOD4-SE - Módulo sudeste (SE)
Oficina de Investigación

Todos los módulos tienen aproximadamente 4 x 4 m, con piso cerámico y techo de hormigón a la vista.

Figura 5.19. Planta general del 4to piso con la ubicación de los módulos de estudio

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
 Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.

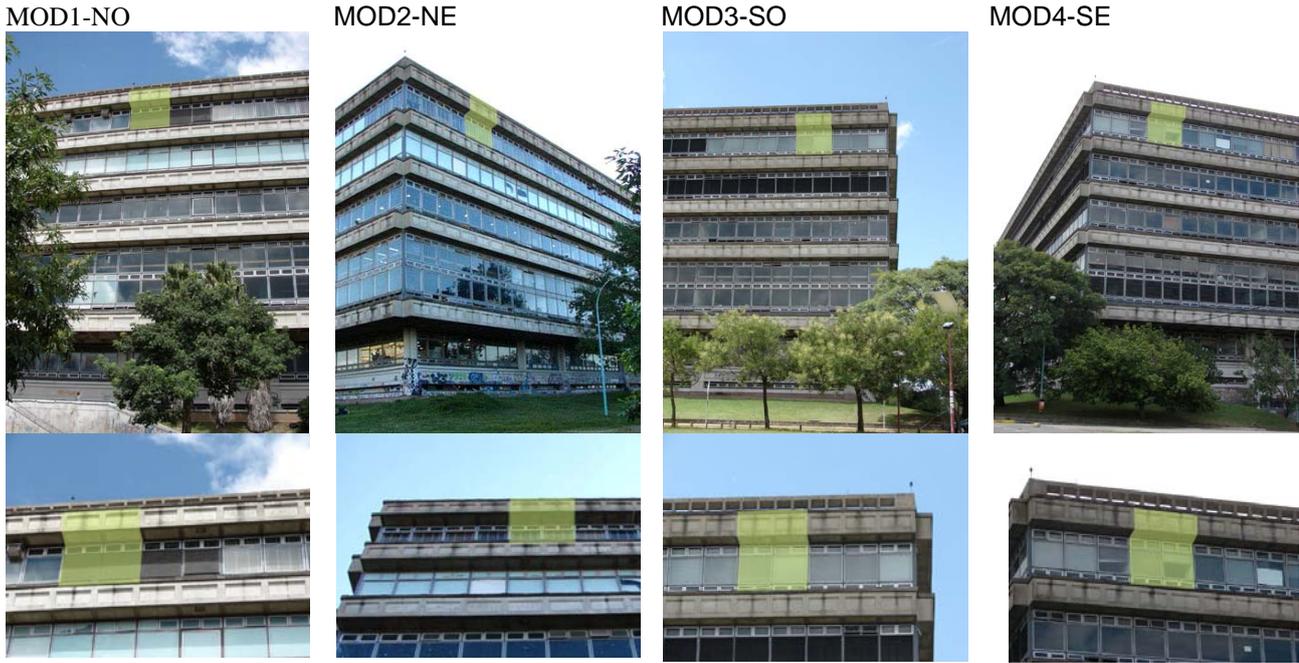


Figura 5.20. Vistas de ubicación y detalle de los módulos en estudio

Se detalla a continuación las características dimensionales y constructivas de los módulos de estudio mediante planos relevados in situ e imágenes fotográficas de apoyo para su mejor comprensión. Figuras 5.21 a 5.26

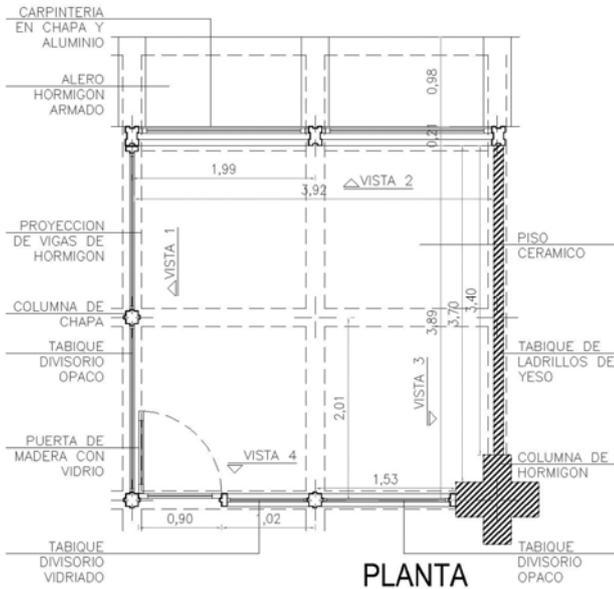


Figura 5.21 Planta módulo de análisis

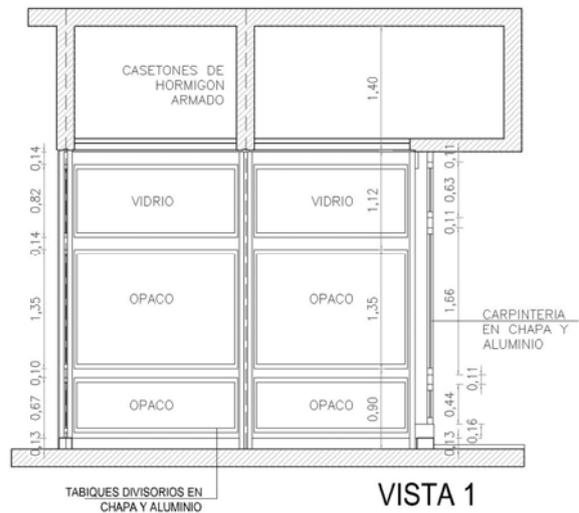
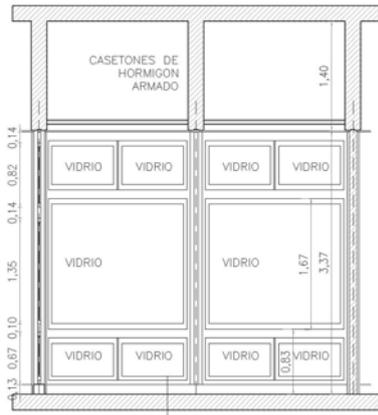


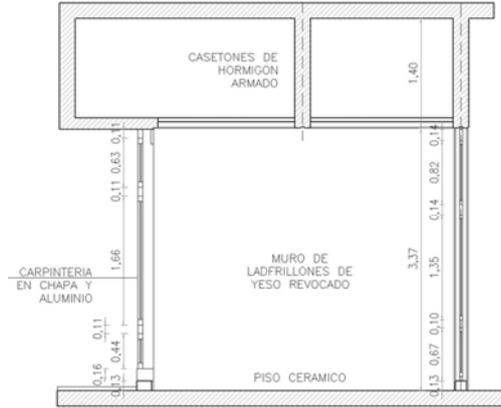
Figura 5.22 Corte-vista 1 módulo de análisis

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
 Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.



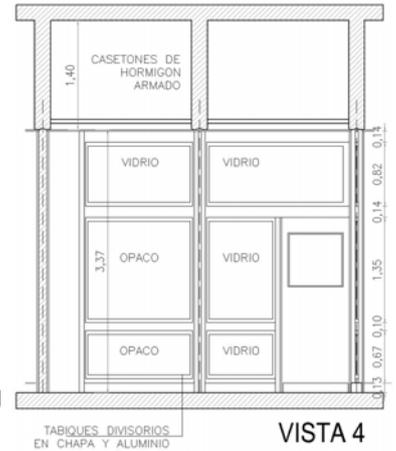
VISTA 2

Figura 5.23 Corte-vista 2



VISTA 3

Figura 5.24 Corte-vista 3



VISTA 4

Figura 5.25. Corte-vista 4



Figura 5.26 Relevamiento fotográfico del módulo en estudio

5-2 MEDICIONES IN SITU

CONDICIONES DE CONFORT CLIMÁTICO E ILUMINACIÓN NATURAL

Para realizar el registro del comportamiento interior del módulo, se colocaron registradores de temperaturas HOBO, como se muestra en las Figuras 5.27 a 5.30, en ubicaciones y alturas similares de los módulos en estudio para evaluar el comportamiento durante un año. La altura de 2 m fue seleccionada para evitar posibles impactos de fuentes internas de calor provenientes de personas o equipamiento, o ganancias solares directas.



Figura 5.27 Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en módulo MOD1-NO



Figura 5.28 Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en módulo MOD1-NE



Figura 5.29 Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en módulo MOD1-SO



Figura 5.30 Ubicación de datalogger Hobo, vista general y detalle en módulo MOD1-SE

El datos de temperatura y humedad exteriores, se obtuvieron de los registros de la central de mediciones perteneciente al Centro de Investigación Hábitat y Energía de la FADU – UBA, (figura 5.31), que se encuentra en la terraza del mismo edificio que se analiza en el presente trabajo.



Figura 5.31. Datalogger receptor de datos de temperatura y humedad, registrados en la terraza del edificio en estudio.

Las fachadas idénticas del edificio, con características constructivas como muestra la Figura 5.32, permiten evaluar la influencia directa del clima y las orientaciones sobre los espacios interiores. Con los registros obtenidos se realizaron comparaciones entre los valores en los distintos módulos en estudio y se evaluó la respuesta de una envolvente idéntica en cuatro orientaciones sobre el confort interior de dichos espacios.



Figura 5.32. Fachadas del edificio desde el sur, desde el oeste y desde el norte

Se realizaron gráficas de los datos obtenidos en cada uno de los módulos y en el exterior. A modo de ejemplo se indica en el gráfico de la Figura 5.33 los registros del un módulo, y en el gráfico de la Figura 5.34 los de temperatura exterior

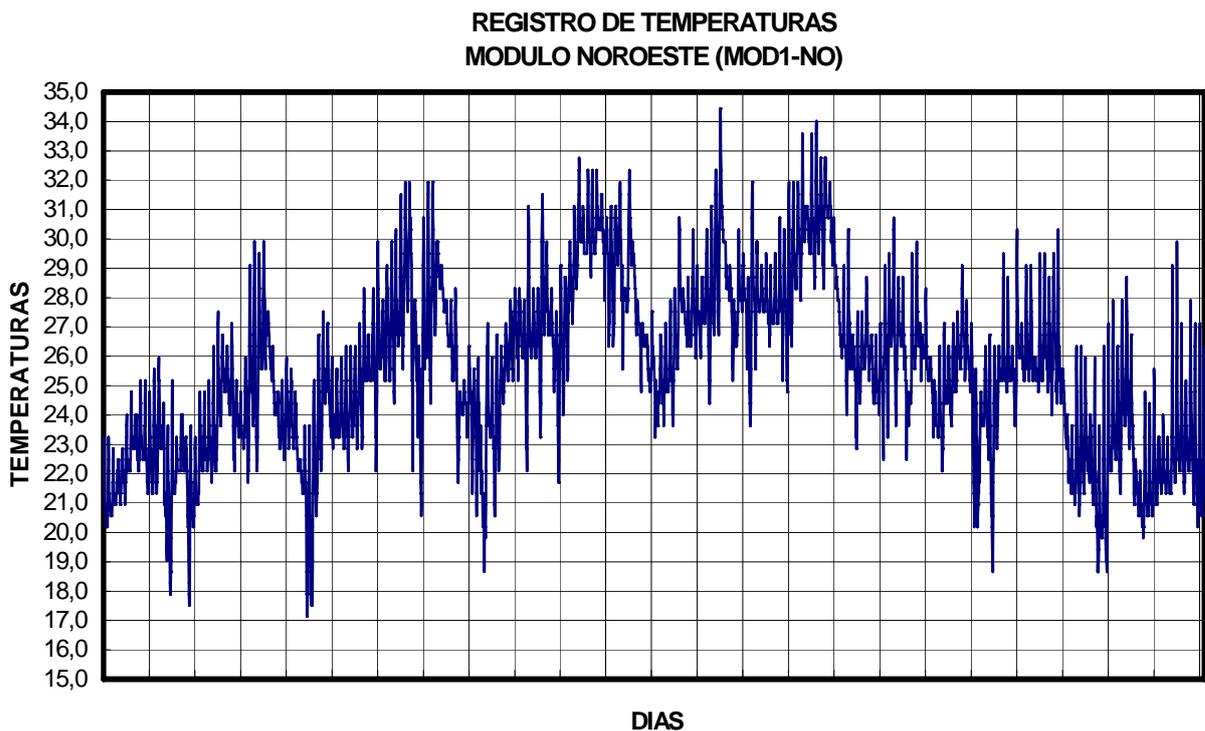


Figura 5.33 Gráfico de registro de temperaturas de un módulo tipo (HOBO). Módulo Noroeste (MOD1 – NO)

REGISTRO DE TEMPERATURAS TEMPERATURA EXTERIOR

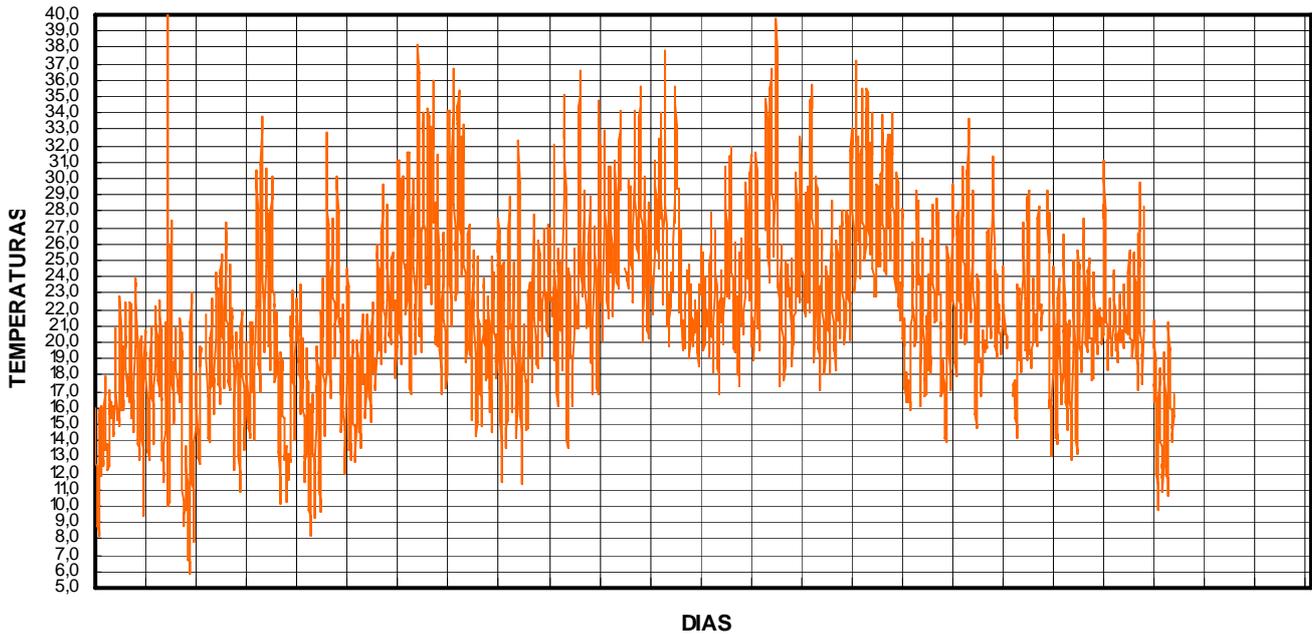


Figura 5.34 Gráfico registro de temperaturas exteriores registrados en terraza del edificio.

De los datos obtenidos en las mediciones registradas con los sensores se realizaron gráficas comparativas que permiten evaluar las diferencias entre ellos.

Como primera aproximación, se hicieron comparativas de 4 semanas (7 días) completas en distintas épocas del año y los resultados están volcados en los gráficos de las figuras 5.35 a 5.38.

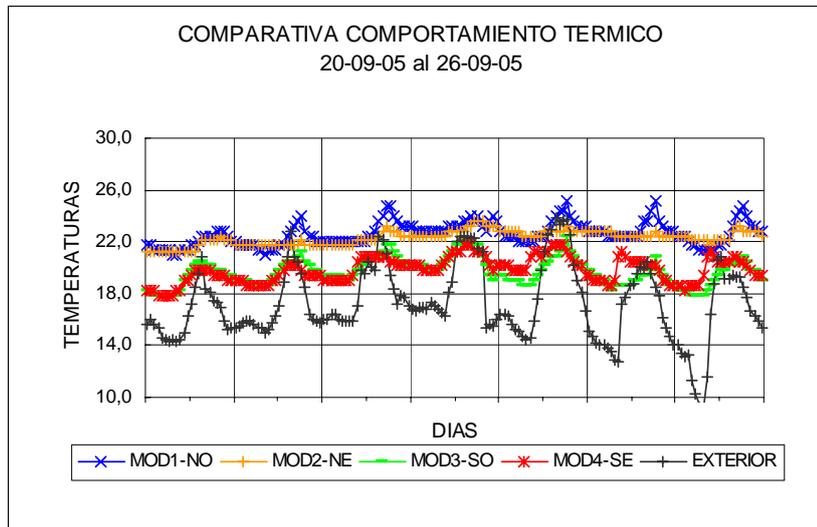


Figura 5.35 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior.
1 semana - Equinoccio de primavera (hemisferio sur)

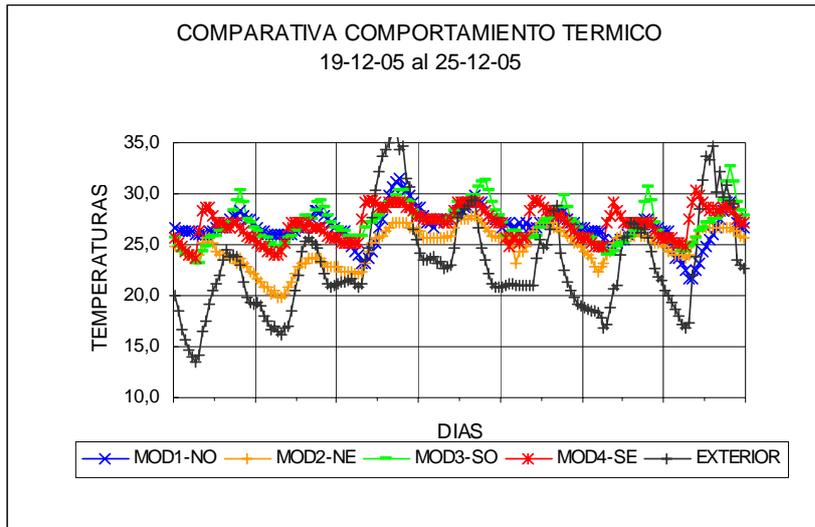


Figura 5.36 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Solsticio de verano (hemisferio sur)

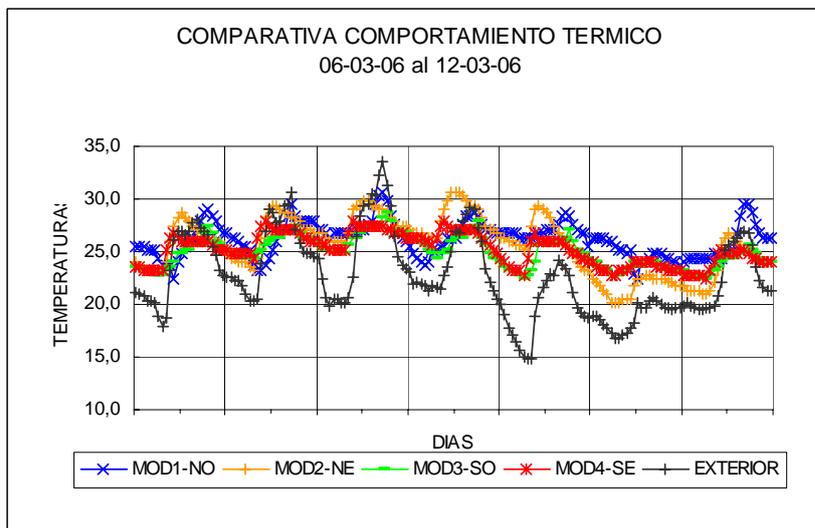


Figura 5.37 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Equinoccio de otoño (hemisferio sur)

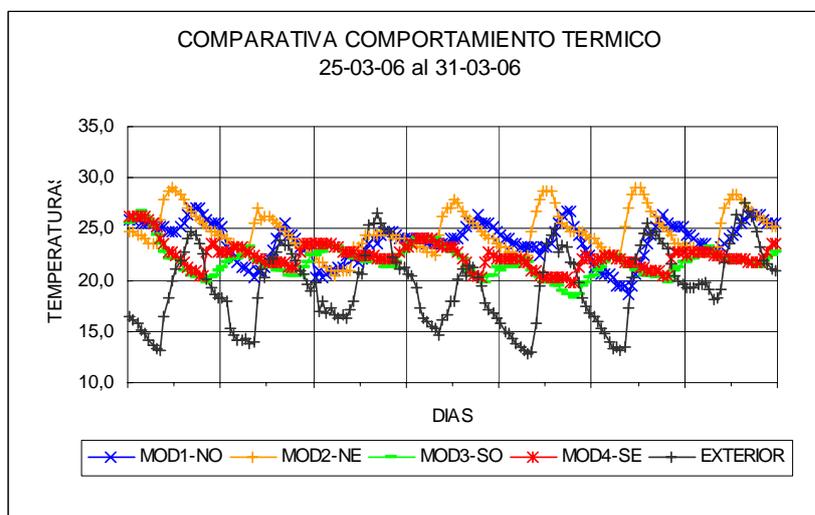


Figura 5.38 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. 1 semana – Equinoccio de otoño2 (hemisferio sur)

También se realizaron comparativas para un día típico de cada una de las semanas elegidas y los resultados se encuentran volcados en los gráficos de las figuras 5.39 a 5.42

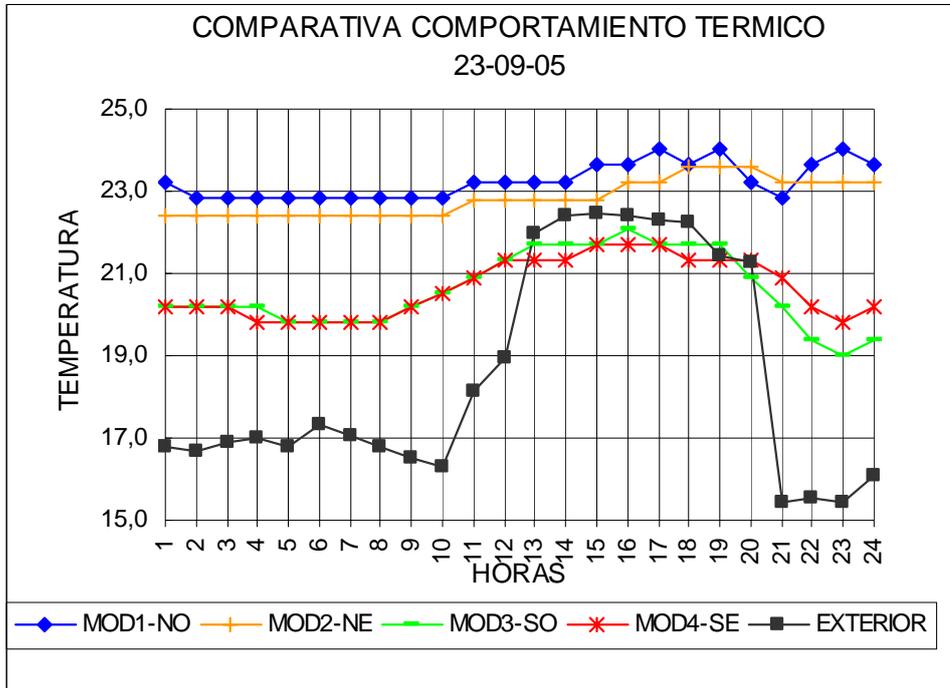


Figura 5.39 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico - Equinoccio de primavera (hemisferio sur)

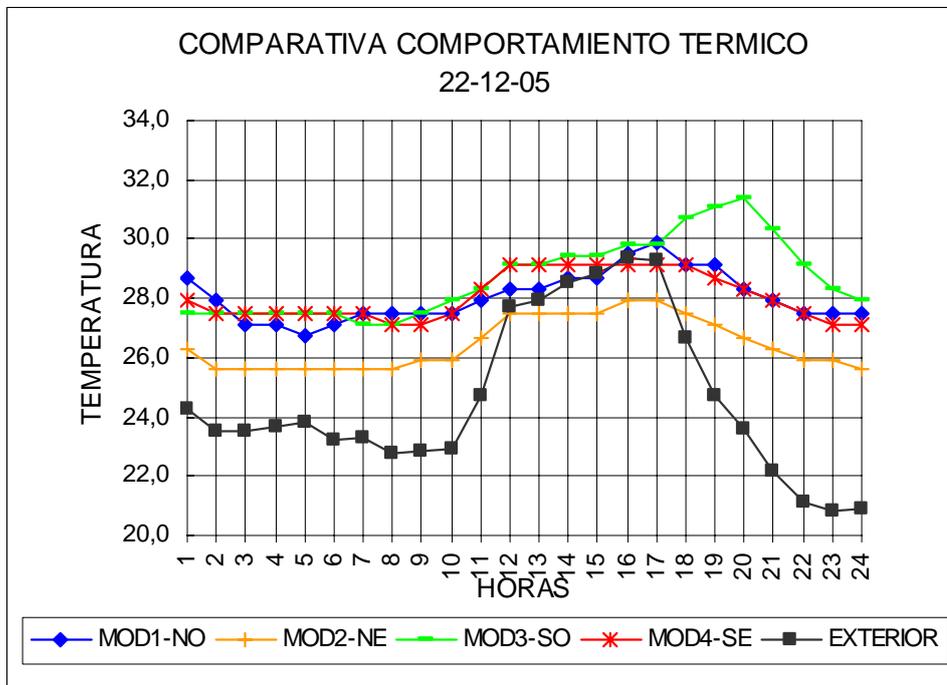


Figura 5.40 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico - Solsticio de verano (hemisferio sur)

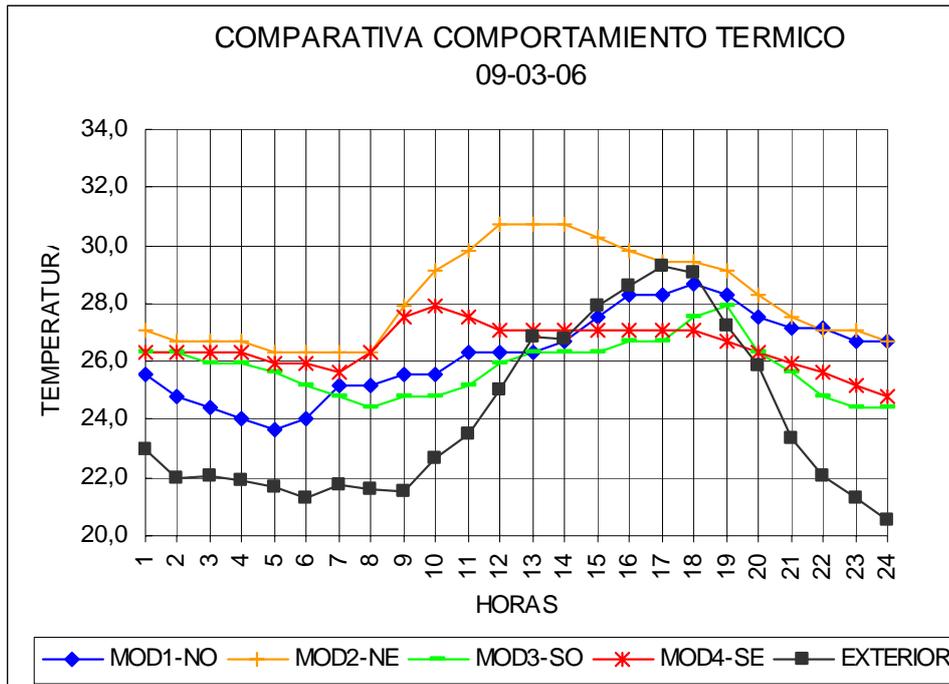


Figura 5.41 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico – Equinoccio de otoño (hemisferio sur)

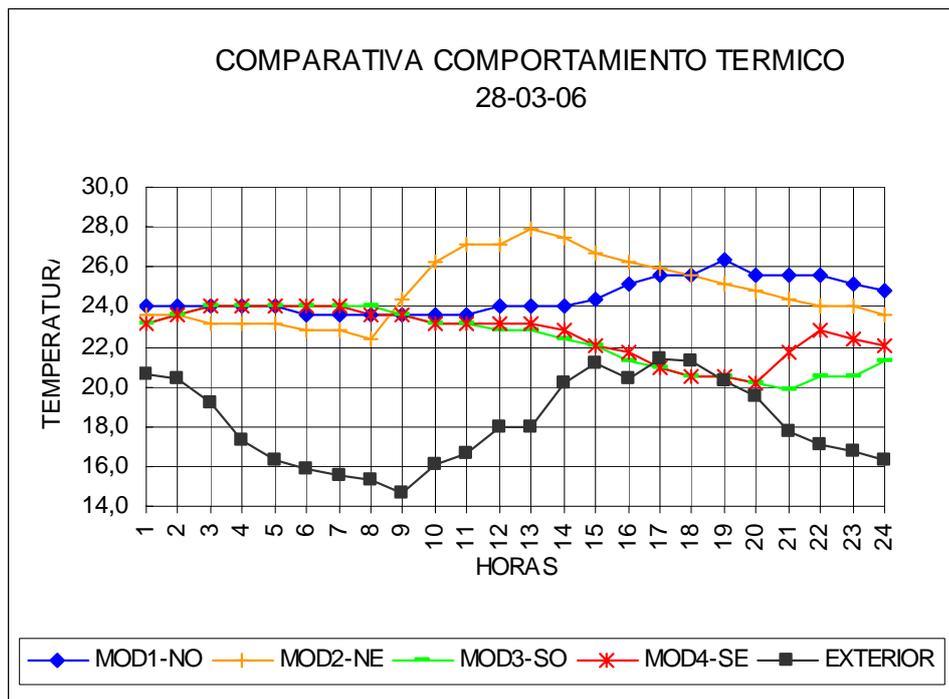


Figura 5.42 Gráfico comparativo de comportamiento térmico de módulos y temperatura exterior. Día típico – Equinoccio de otoño2 (hemisferio sur)

Debido a que se trata de módulos casi idénticos en cuanto a dimensionalidad y uso, la variable que produce esa diferencia en los registros es el cambio de orientación de cada uno de ellos.

Podemos ver así que la incidencia de la orientación sobre la fachada del módulo, en este caso de idénticas características incide directamente con el comportamiento térmico registrado en cada módulo, por lo tanto el estudio sobre el diseño de la envolvente en

cada caso permitirá el control o aprovechamiento de los recursos naturales disponibles permitiendo una mejora en el confort interior.

Se deben estudiar en cada caso las técnicas o elementos que mejor respondan a las necesidades de cada módulo u orientación.

Para contar con la disponibilidad de radiación en el lugar, de los datos registrados en el Datalogger, ubicado en la terraza del edificio en estudio, se registraron datos de radiación directa sobre el plano horizontal y difusa y se compararon en un mismo gráfico con la curva de temperatura exterior para un día típico de verano (Figura 5.43).

DIA CALIDO

CLIMATE DATA FOR HOT CONDITION

Location: BSASMAX

Month: DICIEMBRE

Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]		Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]	
	°C	%	Global	Diffuse		°C	%	Global	Diffuse
1	24,5	80,0	0	0	13	32,7	48,0	1030	220
2	24,0	84,0	0	0	14	33,0	46,0	920	200
3	23,6	85,0	0	0	15	32,6	45,0	750	170
4	23,3	86,0	0	0	16	32,0	46,0	550	140
5	23,0	87,0	0	0	17	31,0	48,0	340	90
6	22,8	88,0	150	4	18	30,0	49,0	150	40
7	23,2	89,0	340	9	19	28,5	53,0	0	0
8	24,0	75,0	550	140	20	27,0	58,0	0	0
9	26,0	65,0	750	170	21	26,5	65,0	0	0
10	28,0	58,0	920	200	22	26,0	70,0	0	0
11	30,0	53,0	1030	220	23	25,5	75,0	0	0
12	32,0	49,0	1070	230	24	25,0	78,0	0	0

DATOS RADIACION - DIA CALIDO

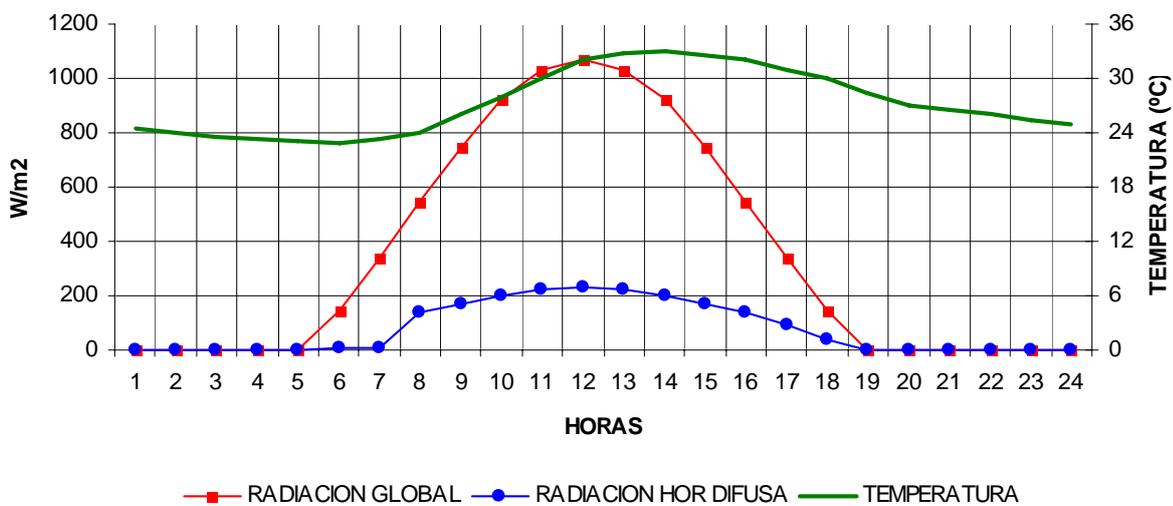


Figura 5.43 Gráfico comparativo de radiación directa sobre el plano horizontal y difusa y temperatura exterior para un día típico de verano (hemisferio sur)

Se realizó el mismo análisis para un día típico de invierno (5.44).

DIA FRIO

CLIMATE DATA FOR COLD CONDITION

Location: BSASMAX

Month: JULIO

Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]		Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]	
	°C		%	Global		Diffuse		°C	%
1	8,4	82,0	0	0	13	13,4	63,0	620	220
2	7,9	84,0	0	0	14	13,9	61,0	640	180
3	7,6	86,0	0	0	15	14,3	60,0	560	120
4	7,3	87,0	0	0	16	13,8	64,0	490	40
5	7,2	87,0	0	0	17	13,3	68,0	370	0
6	7,2	88,0	0	0	18	12,7	70,0	210	0
7	7,1	87,0	0	40	19	12,0	71,0	60	0
8	7,1	87,0	0	120	20	10,6	81,0	0	0
9	7,9	84,0	80	180	21	10,2	82,0	0	0
10	10,1	74,0	250	220	22	9,9	84,0	0	0
11	11,8	67,0	430	250	23	9,8	83,0	0	0
12	12,8	64,0	540	250	24	9,8	83,0	0	0

DATOS RADIACION - DIA FRIO

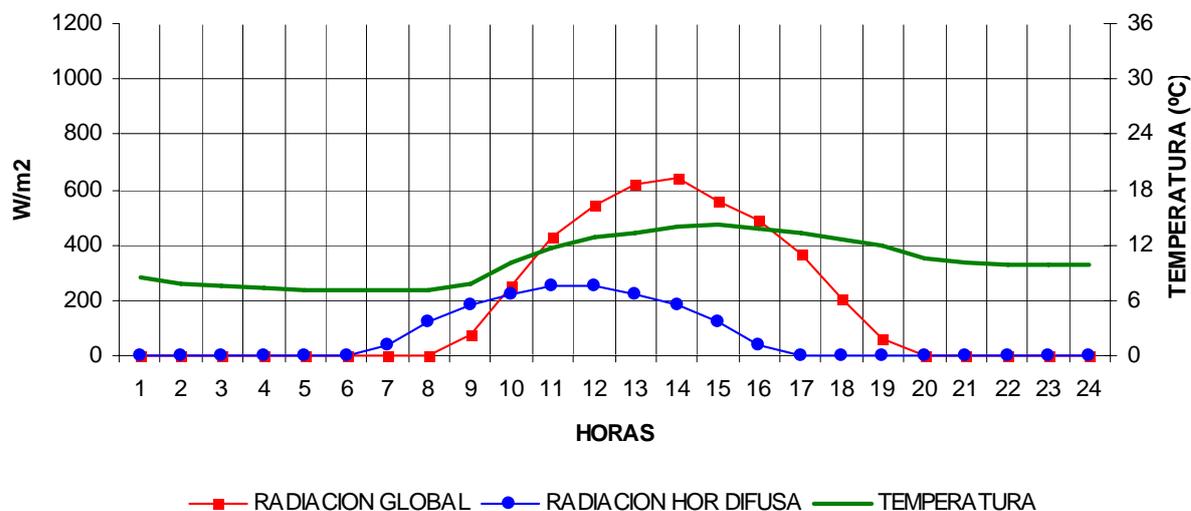


Figura 5.44 Gráfico comparativo de radiación directa sobre el plano horizontal y difusa y temperatura exterior para un día típico de invierno (hemisferio sur)

También la comparativa entre la humedad relativa exterior y la humedad relativa interior en ambos días (figura 5.45), para tener como dato referencial.

HUMEDAD RELATIVA

RESULTS OF RELATIVE HUMIDITY SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS [%]

Hour	Outdoor Rel H		Indoor Rel H		Hour	Outdoor Rel H		Indoor Rel H	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	80,0	82,0	38,4	50,8	13	48,0	63,0	32,3	48,0
2	84,0	84,0	40,4	45,8	14	46,0	61,0	30,0	45,2
3	85,0	86,0	41,2	44,0	15	45,0	60,0	27,8	44,8
4	86,0	87,0	42,2	44,0	16	46,0	64,0	27,0	45,5
5	87,0	87,0	42,8	44,5	17	48,0	68,0	27,0	47,0
6	88,0	88,0	43,3	45,2	18	49,0	70,0	26,8	49,1
7	89,0	87,0	44,7	46,2	19	53,0	71,0	27,5	50,7
8	75,0	87,0	38,8	46,2	20	58,0	81,0	28,6	51,8
9	65,0	84,0	36,6	45,5	21	65,0	82,0	32,0	54,0
10	58,0	74,0	35,7	44,1	22	70,0	84,0	34,6	55,6
11	53,0	67,0	34,5	51,2	23	75,0	83,0	36,5	57,5
12	49,0	64,0	33,5	51,1	24	78,0	83,0	38,1	50,3

HUMEDAD RELATIVA

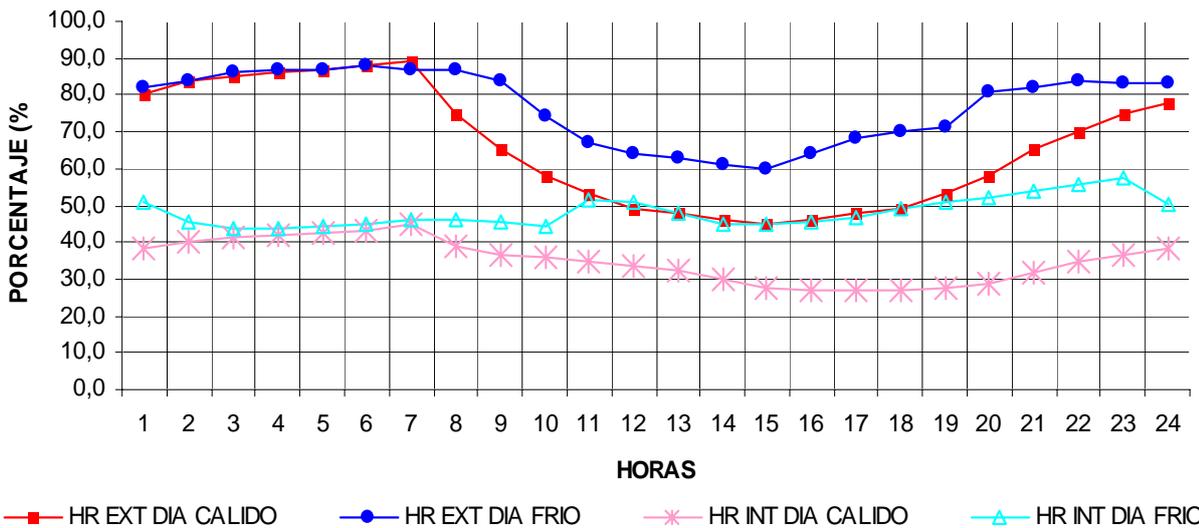


Figura 5.45 Gráfico comparativo de humedad relativa interior y exterior para un día típico frío y cálido (hemisferio sur)

Para realizar el futuro análisis se tomaron 4 días sobre el total de mediciones realizadas in situ, para luego realizar simulaciones virtuales para los mismos días.

Teniendo en cuenta la mayor variedad disponible de datos como temperatura, humedad, y radiación exterior, de los días registrados mediante los HOBO in situ, se tomaron para el estudio el 01 de octubre y 1 de diciembre del 2005, 2 de febrero y 17 de abril de 2006.

Se realizaron comparativas entre los módulos para cada unas de estas fechas y su relación con la temperatura exterior. (Figuras 5.46 a 5.49).

**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 01-10-2005**

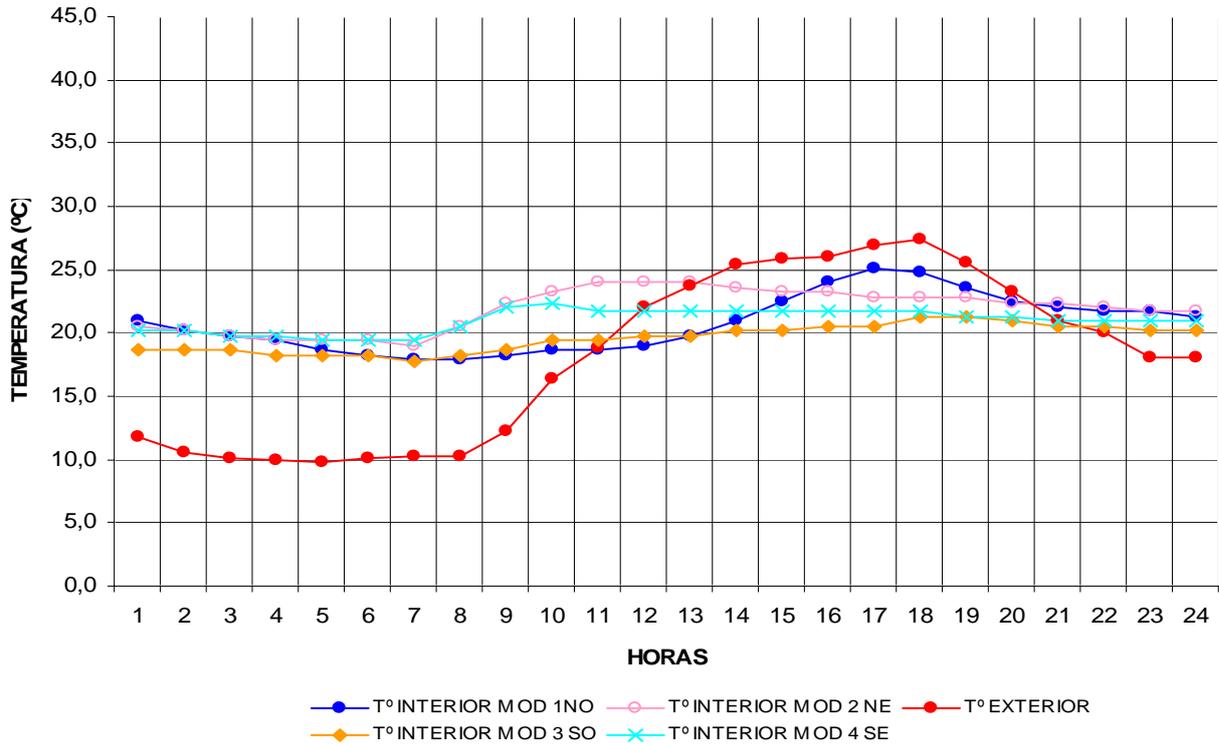


Figura 5.46 Gráfico comparativo de temperaturas de módulo y exterior para el 01-10-2005 (hemisferio sur)

**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 01-12-2005**

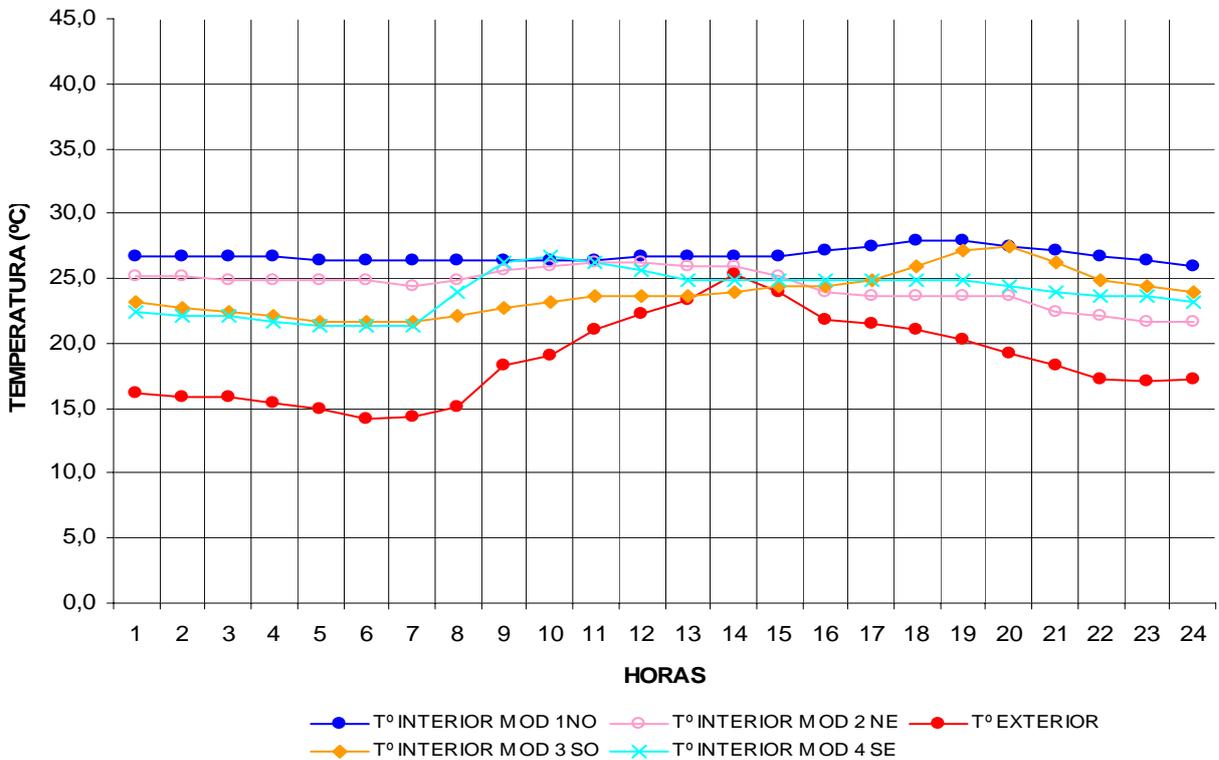


Figura 5.47 Gráfico comparativo de temperaturas de módulo y exterior para el 01-12-2005 (hemisferio sur)

**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 02-02-2006**

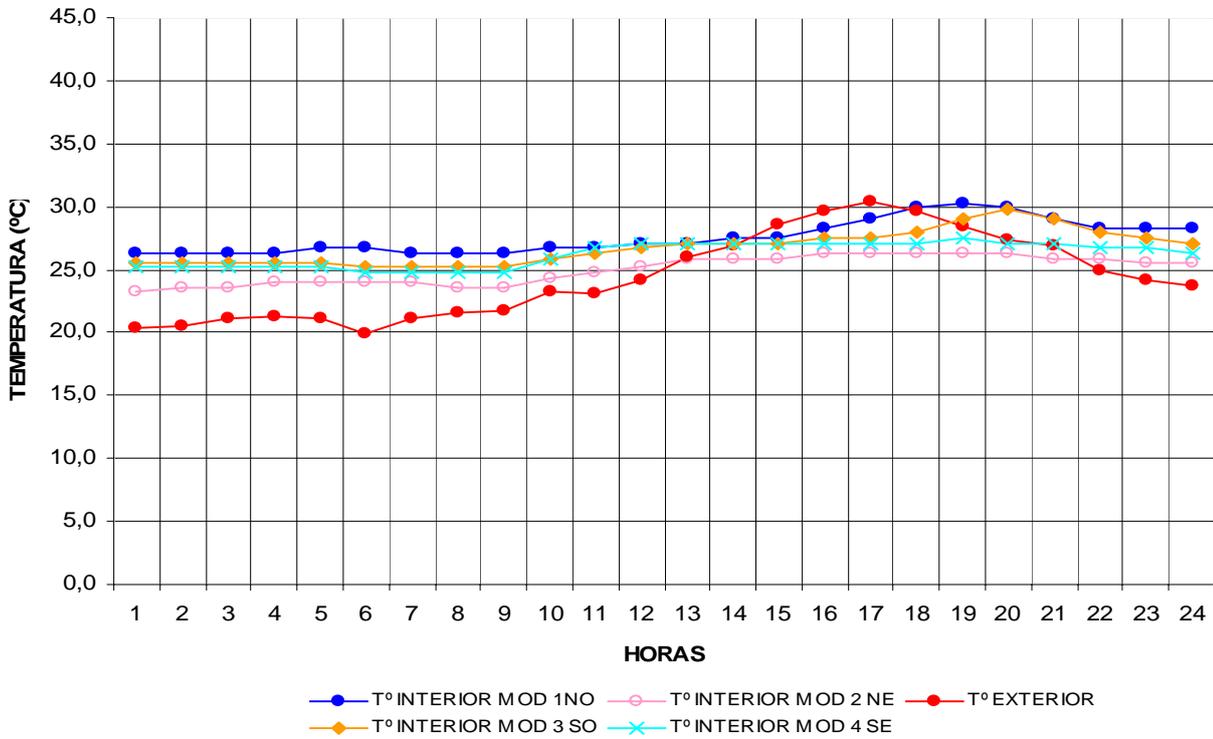


Figura 5.48 Gráfico comparativo de temperaturas de módulo y exterior para el 02-02-2006 (hemisferio sur)

**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 17-04-2006**

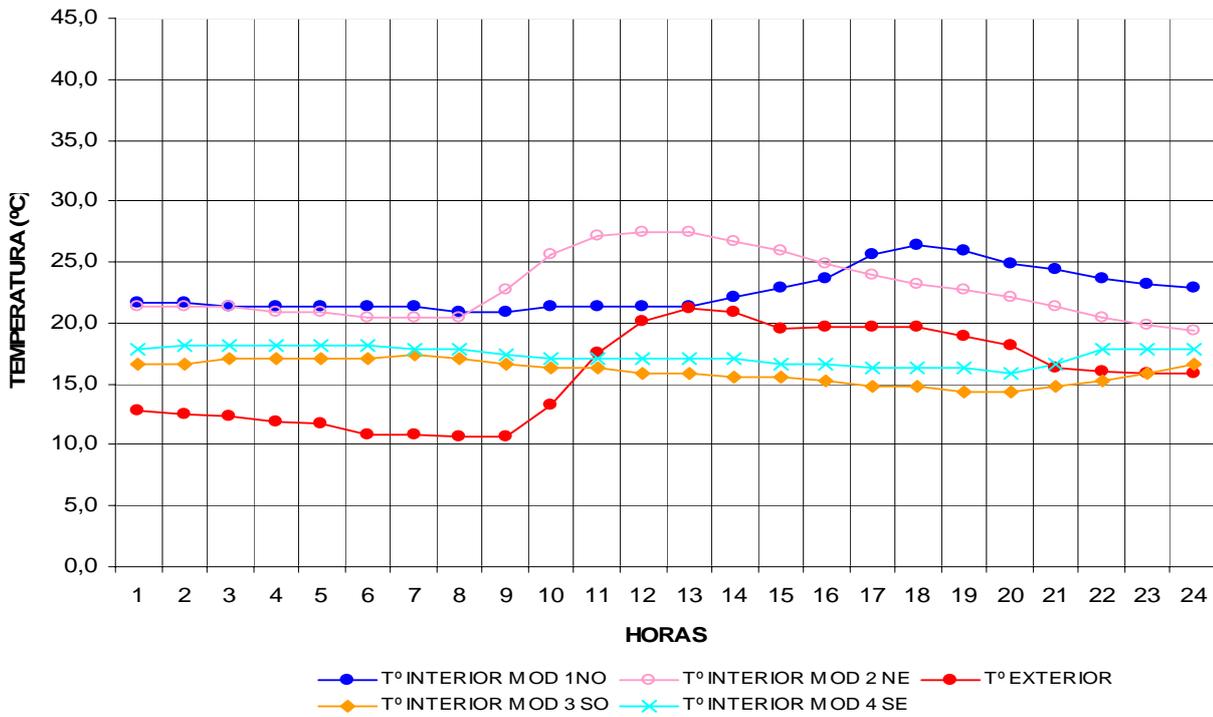


Figura 5.49 Gráfico comparativo de temperaturas de módulo y exterior para el 17-04-2006 (hemisferio sur)

De estas gráficas se puede analizar el comportamiento de cada módulo para un mismo día, según la orientación en cada caso.

Se deduce de las gráficas, que el 1 de octubre de 2005 y si bien, en el exterior la temperatura tiene una amplitud de mas de 17 °C, durante las primeras horas de la mañana los módulos tienen temperaturas confortables similares, el módulo SE y NE eleva su temperatura horas antes del medio día llegando a límites de confort, mientras que el NO lo hace pasadas las 14 horas. El módulo SO mantiene su temperatura pareja durante el día y con temperaturas dentro de los límites de confort.

El 1 de diciembre de 2005, el comportamiento de los módulos es parejo con algunas variables, al SE durante la mañana se eleva la temperatura y el SO lo hace a última horas de la tarde. Las temperaturas en los módulos están por encima de la temperatura exterior, y en algunos casos superan el límite de confort. En el caso del módulo NO, es el que registra mayores temperaturas durante todo el día.

El 2 de febrero de 2006, en pleno verano, la amplitud térmica exterior es 10 °C y los módulos varían en forma pareja con la temperatura exterior, con un desfase de 2 horas. El comportamiento mas parejo y con menor amplitud se registra en la orientación SE y NE.

En las gráficas del 17 de abril de 2006, el comportamiento registrado en los módulos es muy variable entre ellos e incluso con la temperatura exterior. Las orientaciones NE y NO están siempre por encima de la exterior y en algunos momentos por encima de la de confort. En los módulos SE y SO es mas parejo, con amplitud mínima y dentro de las variables de confort.

5.3 REGISTRO DE MEDICIONES EN LABORATORIO.

REALIZACIÓN DE MAQUETAS DEL MODULO EXISTENTE PARA ESTUDIOS DE ASOLEAMIENTO E ILUMINACIÓN NATURAL.

Para realizar estudios de asoleamiento e iluminación natural se realizó una maqueta de estudios del módulo que permite realizar ensayo en el LEB del CIHE–FADU-UBA.

La maqueta del módulo se materializó en escala 1:20, con madera balsa y placa MDF para cerramientos y estructura y con celuloide para simular los vidrios, obteniendo un volumen final de aproximadamente 25 cm x 25 cm y 25 cm de altura, que es un tamaño ideal para realizar las simulaciones en el Heliodón y en el Cielo Artificial. (Figura 5.43).



Figura 5.50 Detalles de la maqueta del módulo para realizar estudios de asoleamiento e iluminación natural

REGISTRO DE INCIDENCIA SOLAR SOBRE EL MÓDULO EN ESTUDIO EN DISTINTAS ORIENTACIONES

Se realizaron registros fotográficos de la incidencia del sol sobre el módulo en estudio, en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires.

Se puede observar mediante un registro fotográfico, la incidencia del sol sobre el módulo en distintas orientaciones de estudio, (NE, NO, SE, y SO) y para las horas desde las 9 a 16, analizando las distintas situaciones de cada módulo, en los solsticios y equinoccios según se muestra en las figuras 5.51 a 5.62.

MODULO NO

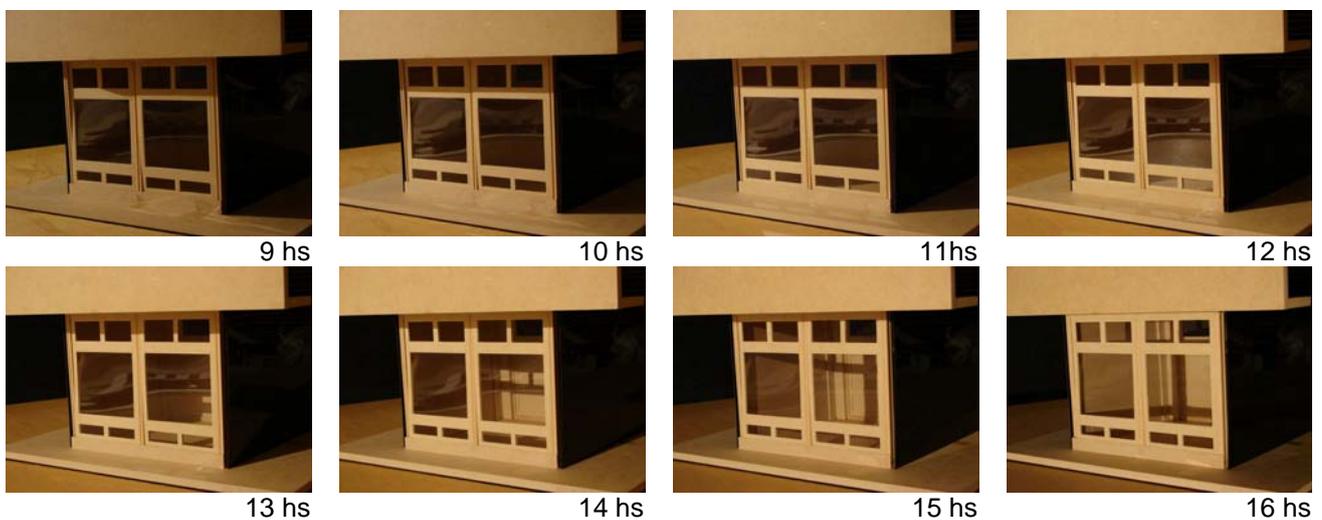


Figura 5.51 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Invierno.

Se observa que el módulo NO presenta en invierno un buen asoleamiento especialmente a partir de las 12 hs, con una excelente penetración solar que permite obtener ganancias en este mes donde las temperaturas exteriores son bajas.

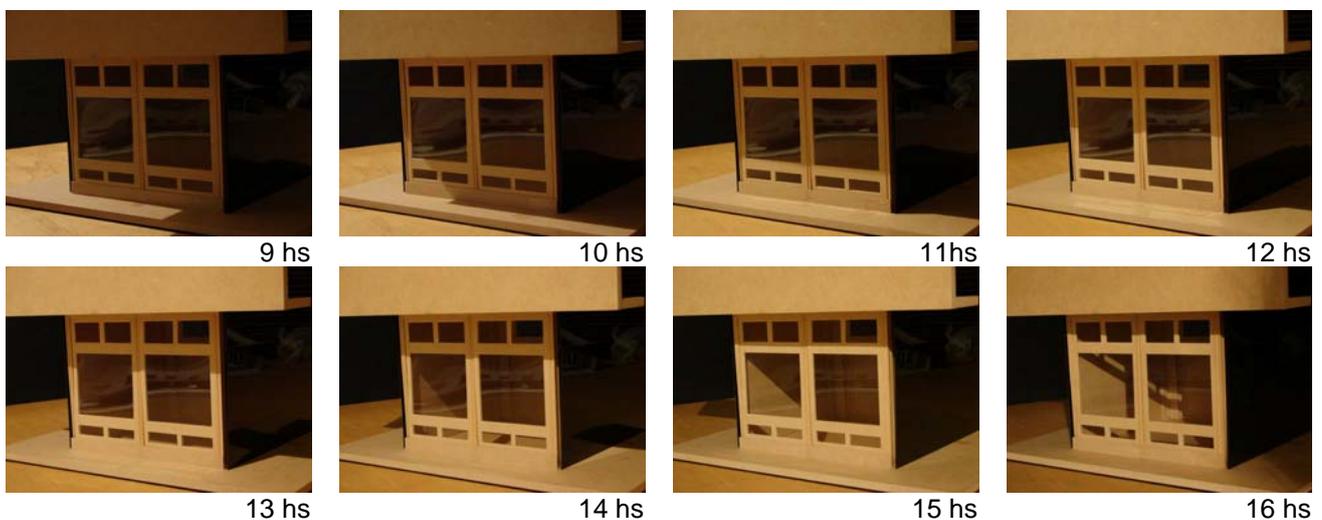


Figura 5.52 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Equinoccio

El mismo módulo NO durante los equinoccios, registra una incidencia solar menor en el interior del módulo, reduciendo consecuentemente las ganancias. Esta reducción de la incidencia solar es conveniente ya que las temperaturas exteriores son mas altas y un exceso de ganancias podría producir sobrecalentamiento en esta época del año.

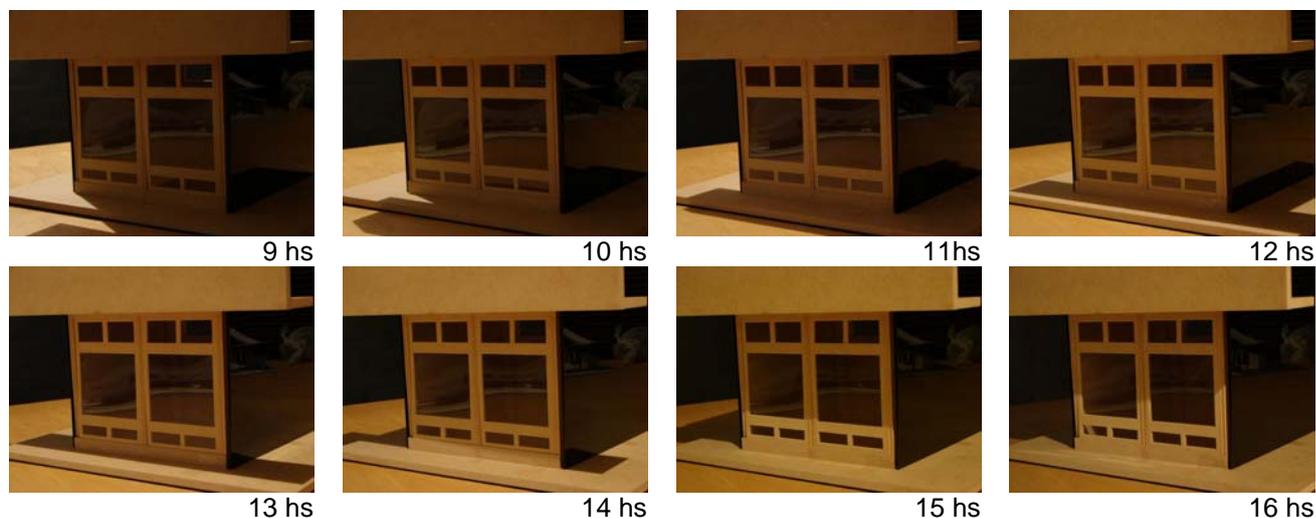


Figura 5.53 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Verano.

Durante el solsticio de verano, la incidencia solar disminuye notablemente, incidiendo en una superficie mínima desde las 16 horas en adelante. Esto podría producir sobrecalentamiento durante las últimas horas del verano y problemas de molestias visuales sobre las superficies de trabajo.

En esta orientación, el módulo recibe un controlado asoleamiento durante la mañana, durante todo el año, con buena ganancia directa durante las tardes invernales, pero poco control, en esa época del día durante el verano.

MODULO NE

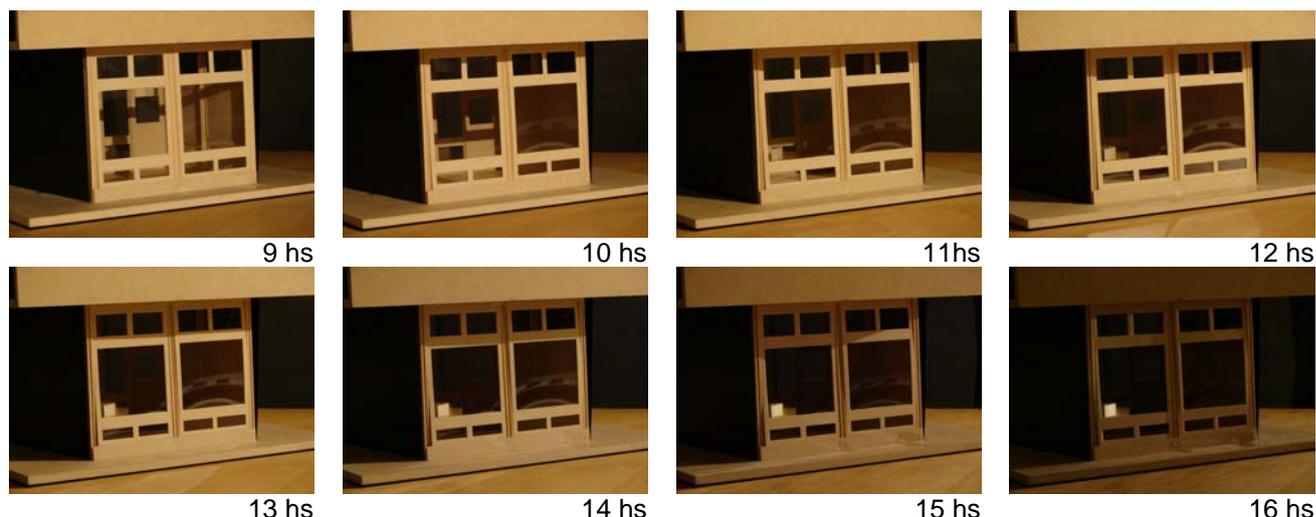


Figura 5.54 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Invierno.

Sobre el módulo NE, en invierno, la incidencia del sol es mayor durante las horas de la mañana, esta situación permite ganancias interiores en coincidencia con el registro de temperatura exterior mas bajo del día.

Este módulo, pasado el mediodía, se reduce significativamente las posibilidades de ganancia solar en el interior en la época invernal.

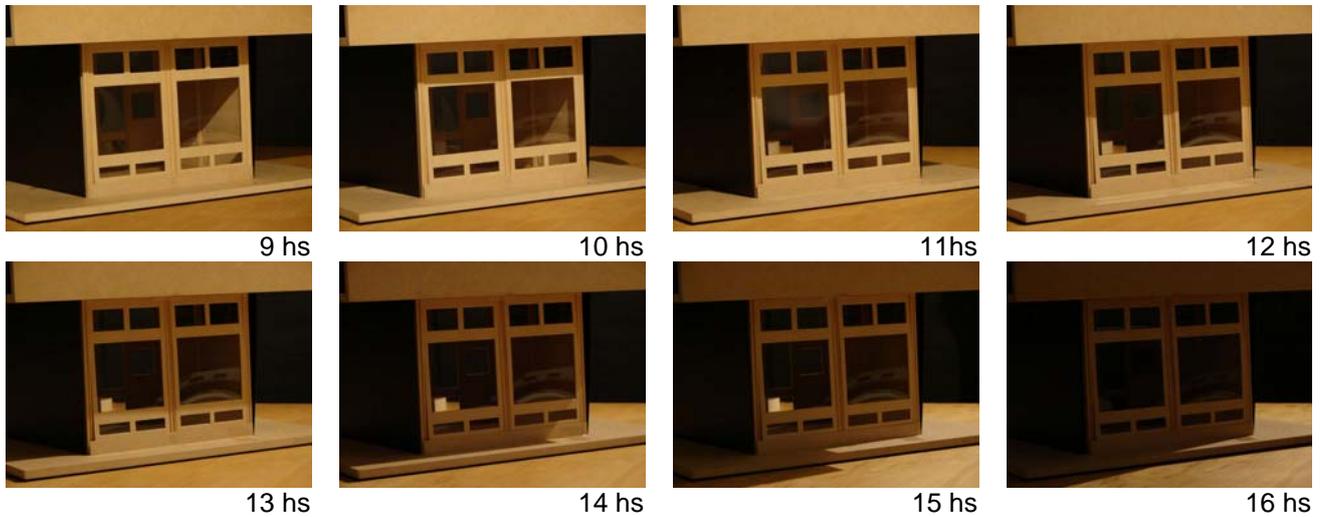


Figura 5.55 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Equinoccio.

Durante el equinoccio se reduce el ingreso del sol al interior, registrándose tan solo 2 horas de incidencia. El resto del día no hay ganancia directa en este módulo, coincidiendo con el aumento de temperatura exterior y evitando el sobrecalentamiento interior del módulo en estudio.

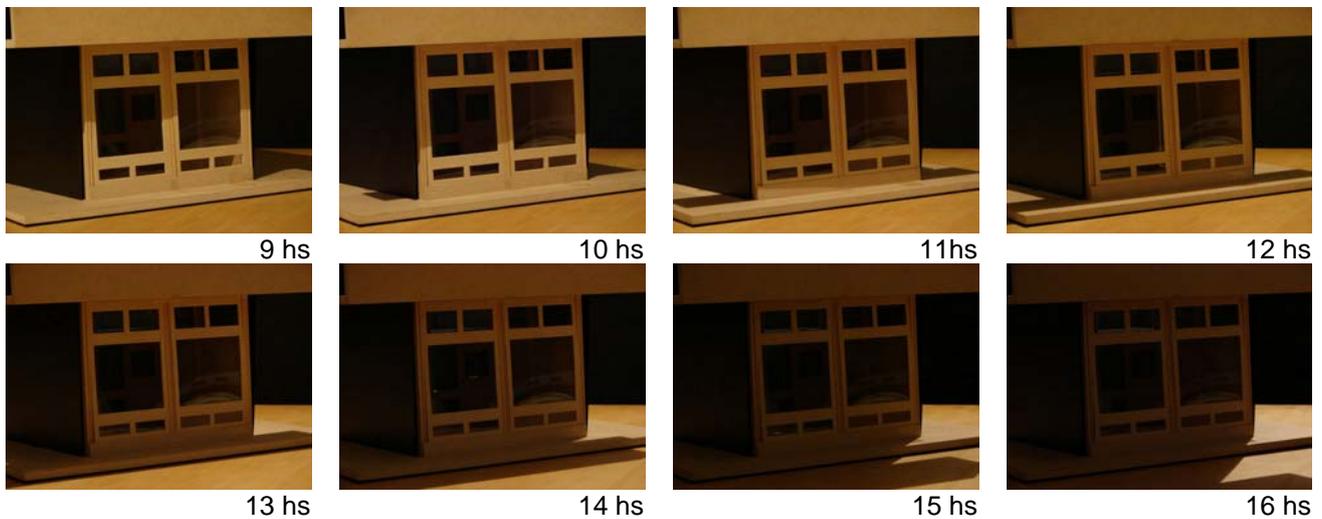


Figura 5.56 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NE. Verano.

Durante el solsticio de verano, el sol apenas ingresa a primera hora de la mañana, quedando el resto del día protegido de la incidencia directa.

En esta orientación, el módulo recibe un controlado asoleamiento durante la mañana, durante todo el año, con buen control sol estival durante la tarde, pero poca ganancia directa durante el invierno.

MODULO SO

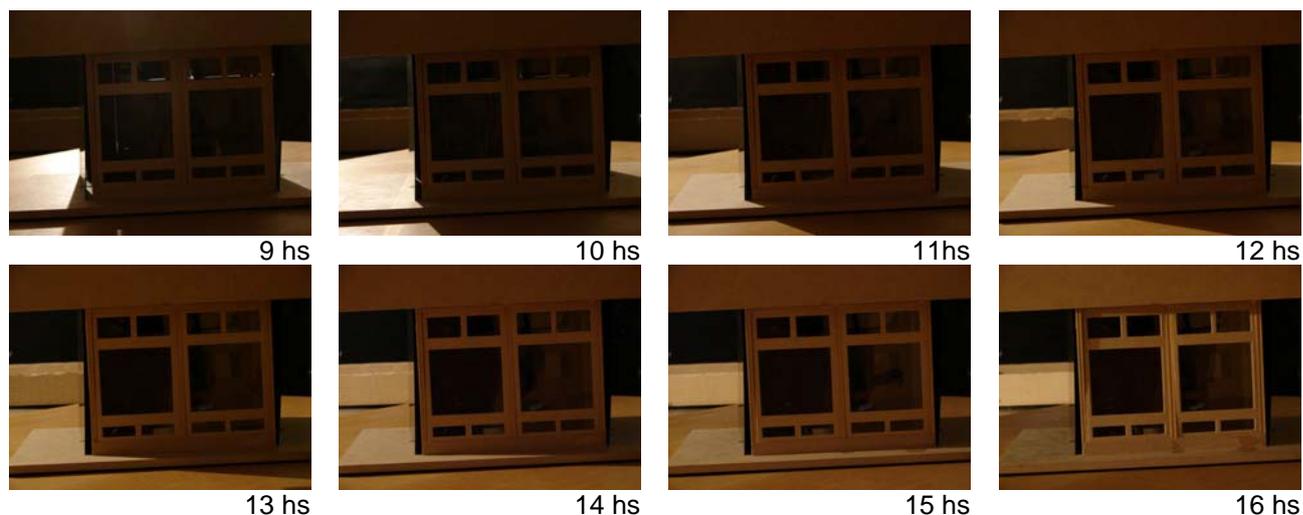


Figura 5.57 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Invierno.

Sobre el módulo SO, en invierno, la incidencia del sol es nula durante todo el día, esta situación no permite ganancias interiores en ningún momento del día.

Durante las horas de la tarde, la iluminación natural indirecta es mayor, especialmente por la influencia de la radiación reflejada.

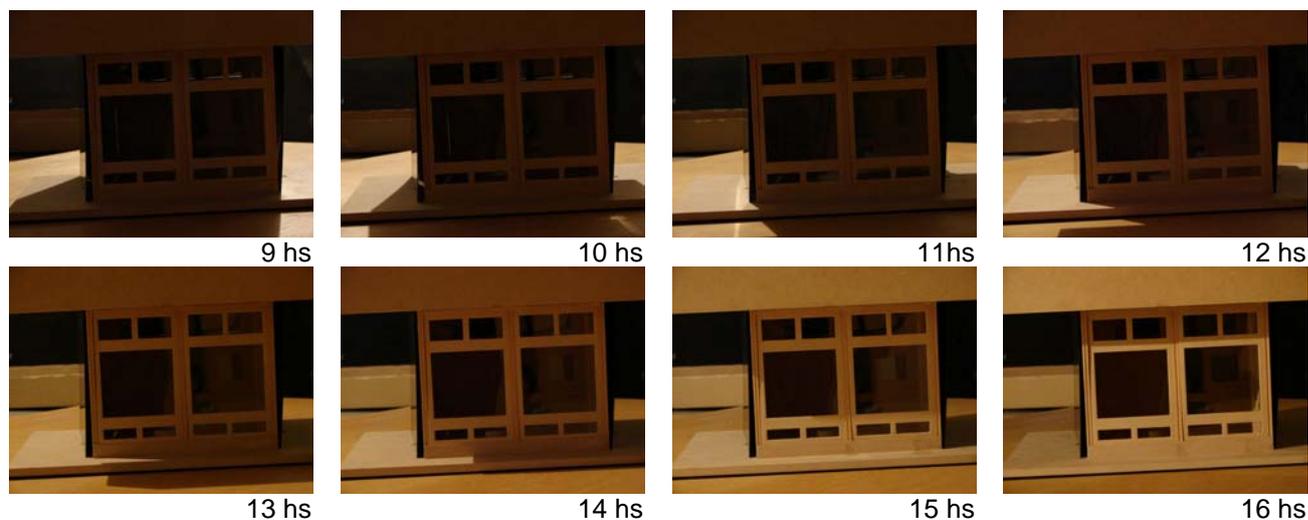


Figura 5.58 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Equinoccio.

La ganancia solar disminuye significativamente durante los equinoccios, no permitiendo ningún tipo de ganancias solares, aunque se producen algunos problemas interiores de molestias de sol en las últimas horas de la tarde

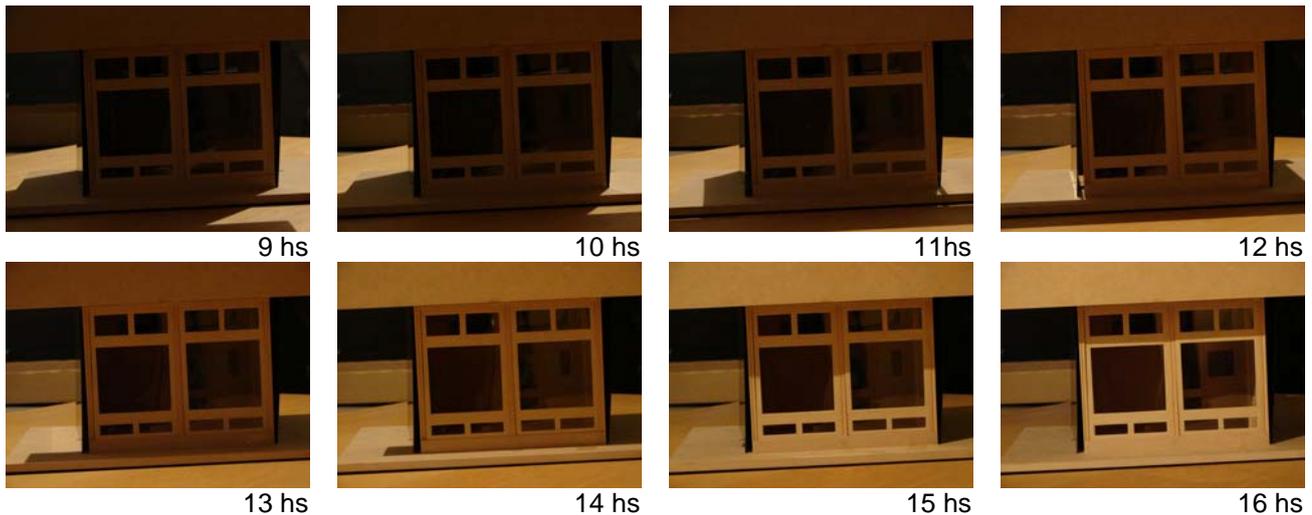


Figura 5.59 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SO. Verano.

Durante el verano, en la primera mitad del día no hay influencia del sol directo, pero por la tarde, el sol resulta molesto por la incidencia del bajo sol de última hora

Este sol produce problemas de encandilamiento y ganancia térmica que excede las necesidades, con el consecuente discomfort interior.

MODULO SE

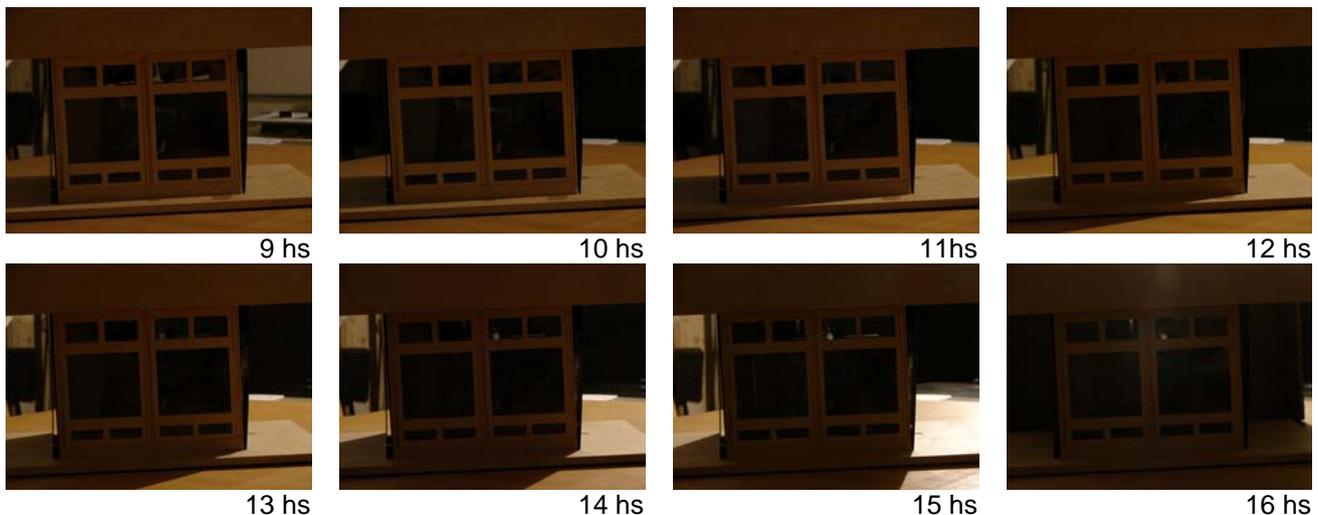


Figura 5.60 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Invierno.

El módulo con orientación SE, durante el invierno, es el más afectado en cuanto al asoleamiento, ya que en ningún momento del día, recibe sol esta fachada.

Esto no permite lograr obtener una ganancia solar, aprovechar una energía renovable, para ayudar a calefaccionar el mismo.

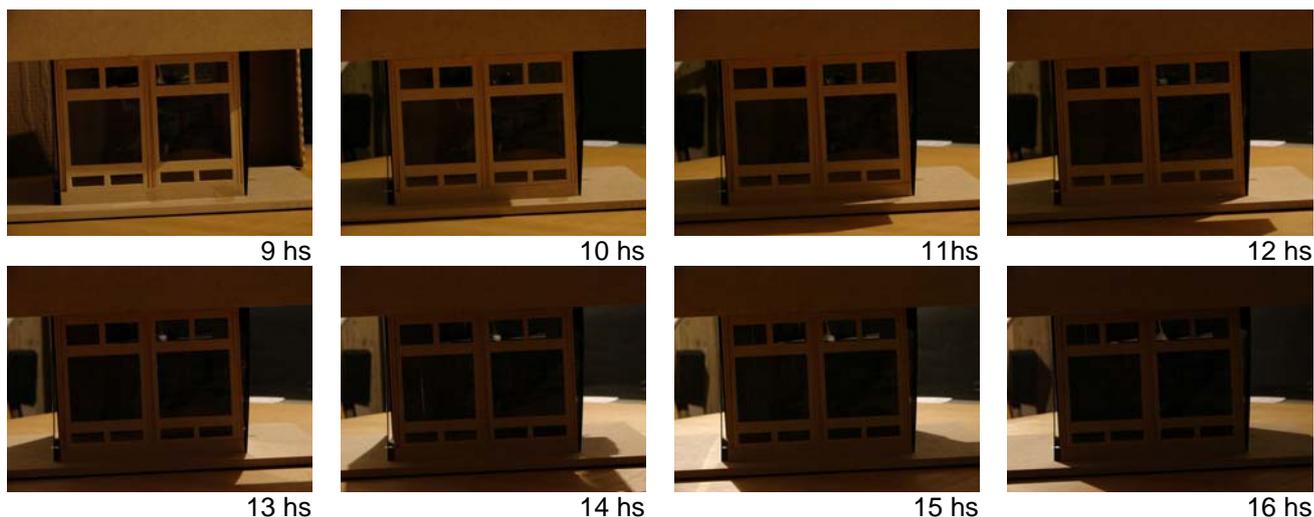


Figura 5.61 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Equinoccio.

La ganancia solar durante la primera hora de la mañana, es muy escasa y muy débil para ayudar a lograr algo de calentamiento, siguiendo el resto del día sin ningún tipo de captación.

En esta época del año, la falta de asoleamiento como aporte a la calefacción, es menos crítica, ya que disminuye la demanda debido al aumento de temperatura media en esta época.

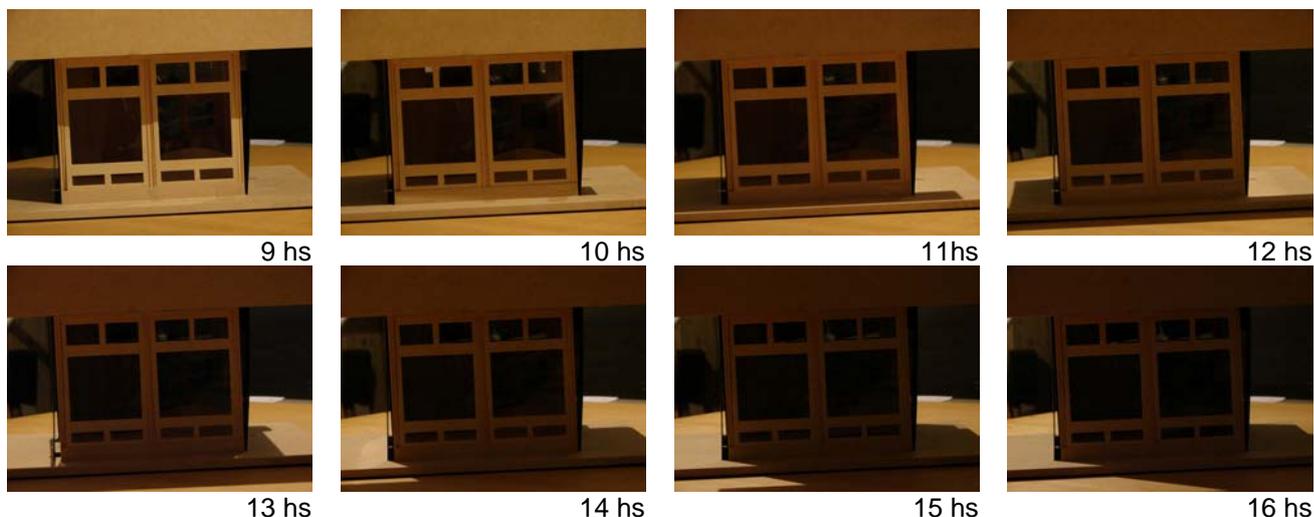


Figura 5.62 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación SE. Verano.

Durante la época estival, también hay un par de horas de asoleamiento durante las primeras horas del día, que si bien no son suficientes, se dan en una época donde la demanda de calefacción es casi nula

También se realizaron registros en detalles de la maquetas para la misma hora en distintas épocas del año (solsticios y equinoccios) y de detalles de aleros e interior, para el módulo 1 (NO) donde se puede verificar las variaciones de incidencias solares sobre el módulo de maqueta, a lo largo del año para una misma hora, como se muestra en las figuras 5.63 y 5.64



Figura 5.63 Registro fotográfico - Módulo NO en distinta época de año para la misma hora.



Figura 5.64 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con orientación NO. Detalles alero e interior 14 hs.

En estos últimos ejemplos se puede ver como son las variaciones estacionales de las ganancias y como funcionan las protecciones existentes.

MEDICIONES EN EL CIELO ARTIFICIAL DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS NATURALES EXISTENTES EN UN DÍA DESFAVORABLE.

Se realizaron registros fotográficos y mediciones de iluminación natural sobre el módulo de estudio en el Cielo Artificial (Figura 5.65) del Laboratorio de Estudios Bioambientales del Centro de Investigación Hábitat y Energía de la Facultad de Arquitectura, Diseño y

Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, [Evans - 1997] donde se siguieron con metodologías de estudio similares a trabajos ya realizados. [Evans - 1998 y 1999]



Figura 5.65 Imágenes del Cielo Artificial del LEB – CIHE – FADU – UBA

Estos registros, son independientes de la orientación, ya que se realizan las mediciones de iluminación para un día nublado. Por lo tanto las mejoras estarán directamente relacionadas con las terminaciones o con las modificaciones que se realicen en la fachada para mejorar las condiciones de confort en el módulo con elementos generadores de energías renovables.

Para evaluar las condiciones de iluminación se ajustaron las terminaciones interiores de la maqueta, otorgándole a las superficies de pisos y paramentos, colores que asemejen la refracción de los existentes. (Figura 5.66).

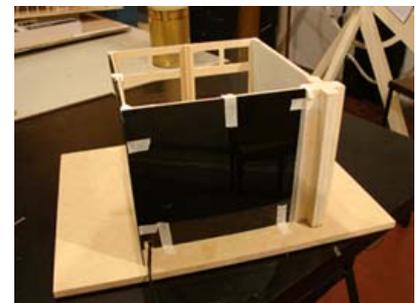


Figura 5.66 Fotos de la transformación de la maqueta para realizar estudios de iluminación natural

Se realizaron registros a través de un luxómetro LI-COR modelo LI 250, con un sensor LI-210 SA [Licor, 1991], en el exterior de la maqueta y sobre el piso interior se demarcaron los lugares de estudios, para poder tomar la cantidad de luxes recibidos en cada uno de ellos (Figura 5.67). Los valores obtenidos se registraron y se encuentran registrados y graficados a través de una planilla de cálculo (Figura 5.69).

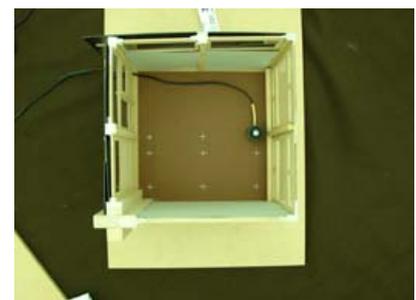


Figura 5.67 Fotos de Luxómetro y puntos de registro de medición.

En las gráficas siguientes los valores registrados en el sensor para medir la iluminación natural, se ven reflejados según el esquema de la Figura 5.68

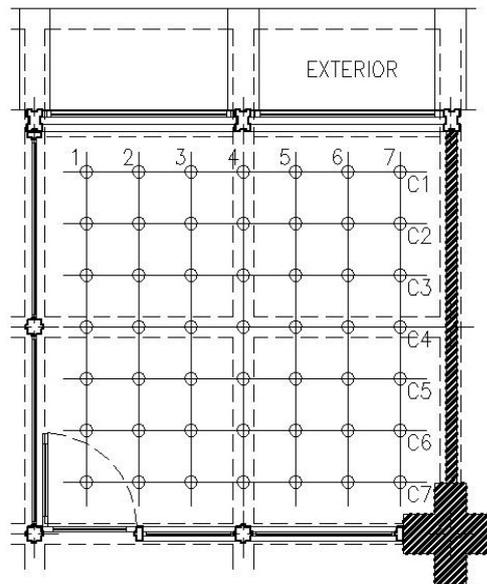


Figura 5.68
 Esquema de ubicación del sensor para las mediciones de iluminación natural en planta.

ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
 EXTERIOR: 3350

Centro							En lux		
							1	2	3
328,3	325,9	323,5	261,4	323,5	325,9	328,3			
279,7	280,8	282,0	240,2	282,0	280,8	279,7			
231,0	235,7	240,4	218,9	240,4	235,7	231,0			
182,4	190,7	198,9	197,7	198,9	190,7	182,4			
152,2	158,2	164,3	162,3	164,3	158,2	152,2			
122,0	125,8	129,6	127,0	129,6	125,8	122,0			
91,78	93,4	95,0	91,6	95,0	93,4	91,8			

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (lux)
 Módulo Existente

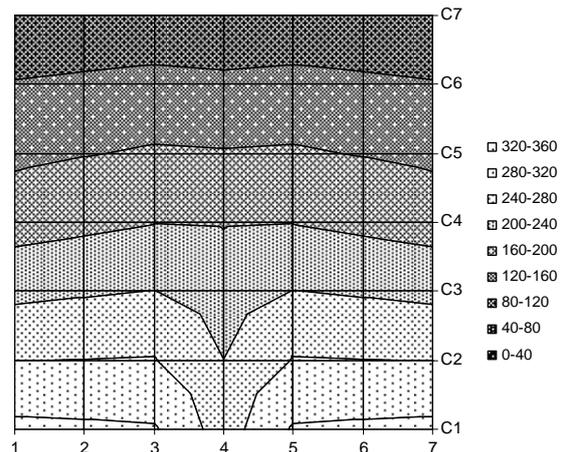


Figura 5.69
 Registros de iluminación natural en módulo existente

Al tener registros interiores y exteriores, se pueden determinar factores en porcentajes respecto de la disponibilidad y poder luego realizar las comparativas respecto a esos porcentajes. Los resultados obtenidos se ven plasmados en la Figura 5.70.

ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
 EXTERIOR: 3350

Centro							Porcentaje respecto Iluminación exterior		
							1	2	3
0,10	0,10	0,10	0,08	0,10	0,10	0,10			
0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08			
0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07			
0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05			
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05			
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04			
0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03			

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (%)
 Módulo Existente

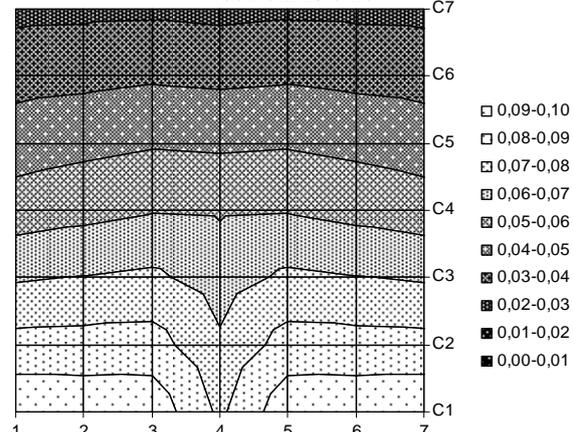


Figura 5.70
 Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo existente

EVALUACIÓN CON PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Se realizaron evaluaciones con programas informáticos para poder comparar con las mediciones in situ y poder así realizar los ajustes en las nuevas propuestas evaluándola con el mismo programa.

Para ver el comportamiento térmico de los módulos se utilizó el programa Quick. Los datos ingresados en cuanto a materialización y dimensiones se detallan en las Figuras 5.71 a 5.74

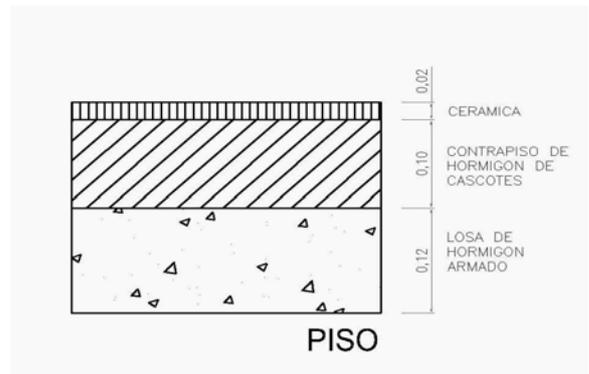
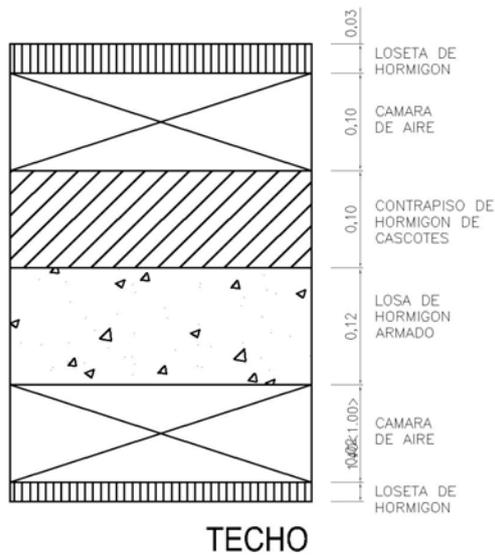


Figura 5.71 Detalle de materialización del techo

Figura 5.72 Detalle de materialización del piso

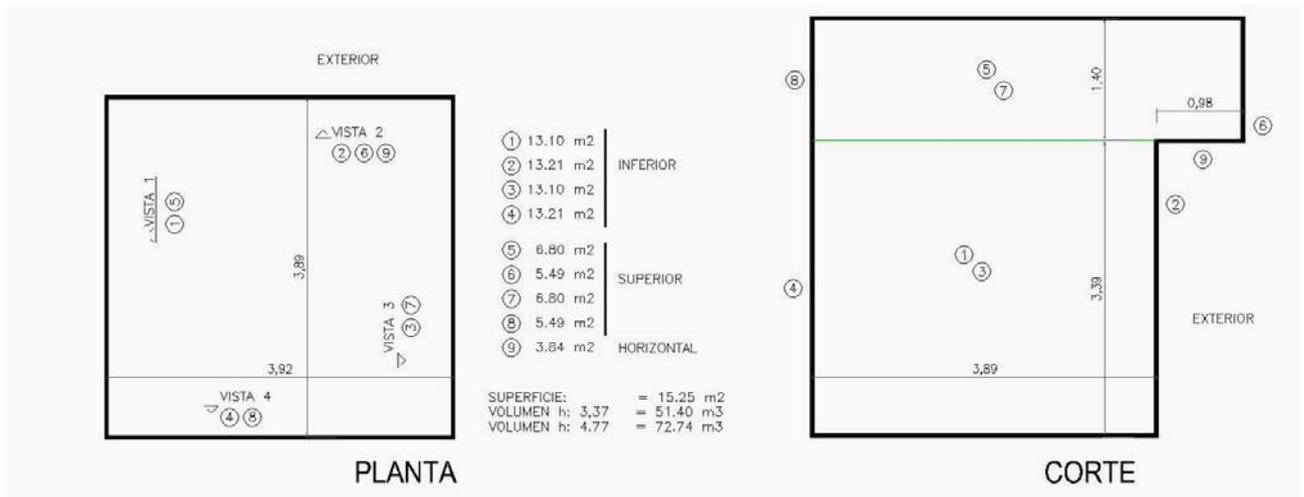


Figura 5.73 Detalle de dimensiones y nomenclatura de paramentos

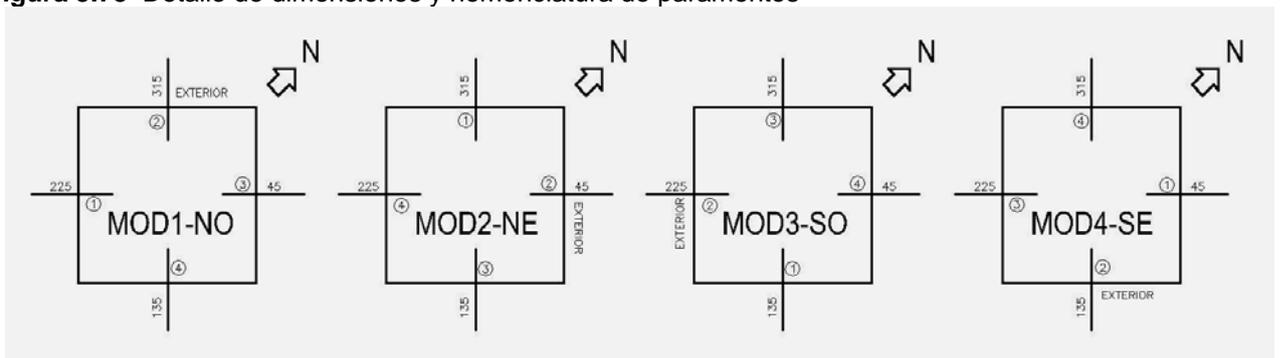


Figura 5.74 Detalle de orientaciones de paramentos en cada módulo respecto al Norte

Se cargaron en el programa los datos de temperatura exterior registrados en la estación meteorológica que se encuentra en la azotea del edificio y se realizaron simulaciones para los días típicos que se eligieron para el análisis.

LOS REGISTROS

Según lo indicado en puntos anteriores, las fechas elegidas para los estudios son el 01 de octubre y 1 de diciembre del 2005, 2 de febrero y 17 de abril de 2006. Las mediciones en época invernal no pudieron realizarse ya que por modificaciones espaciales internas en la facultad, algunos de los módulos elegidos como ejemplo fueron modificados.

Como se aclaró en el capítulo 2 página 14, los datos extraídos del programa Quick fueron cargados y procesados en una planilla de cálculo para mejorar la lectura y realizar comparativas entre ellos.

Se simularon los 4 módulos para las 4 fechas elegidas y los resultados obtenidos se encuentran volcados en las Figuras 5.74 a 5.77 para luego ser comparados y establecer una relación entre las mediciones reales y las simuladas.

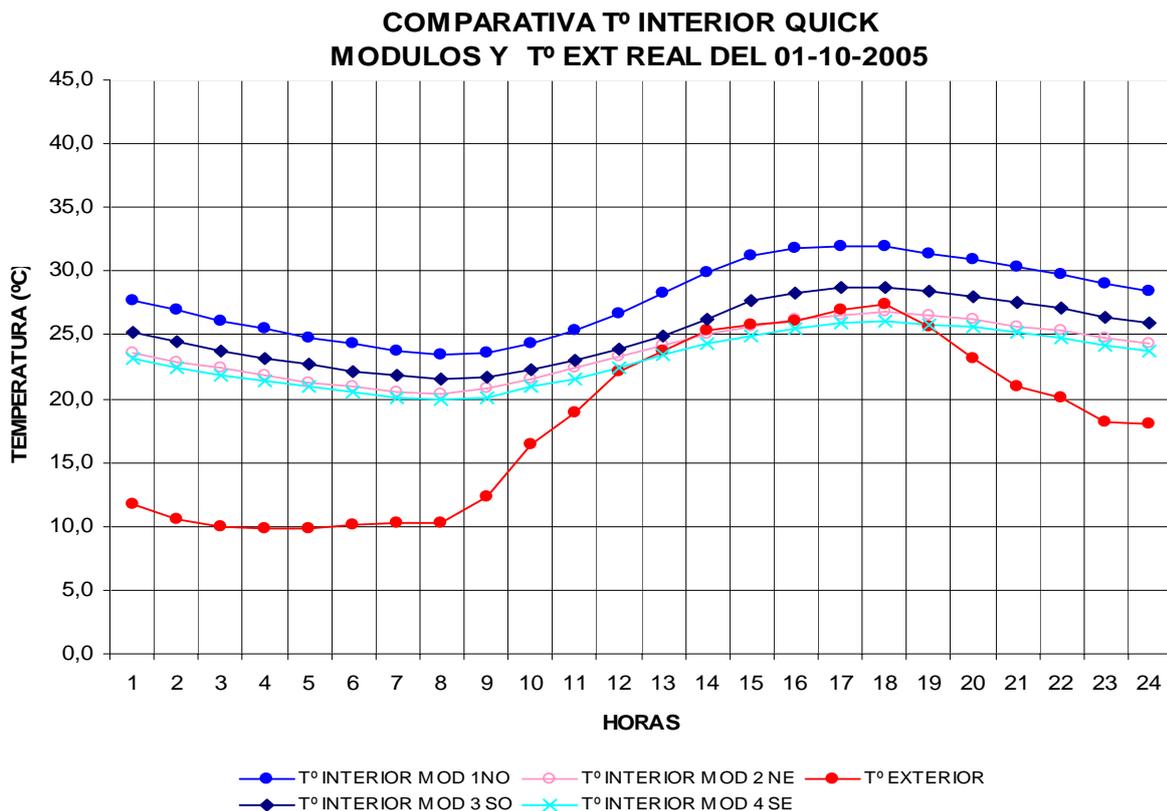


Figura 5.75 Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 1 de octubre de 2005

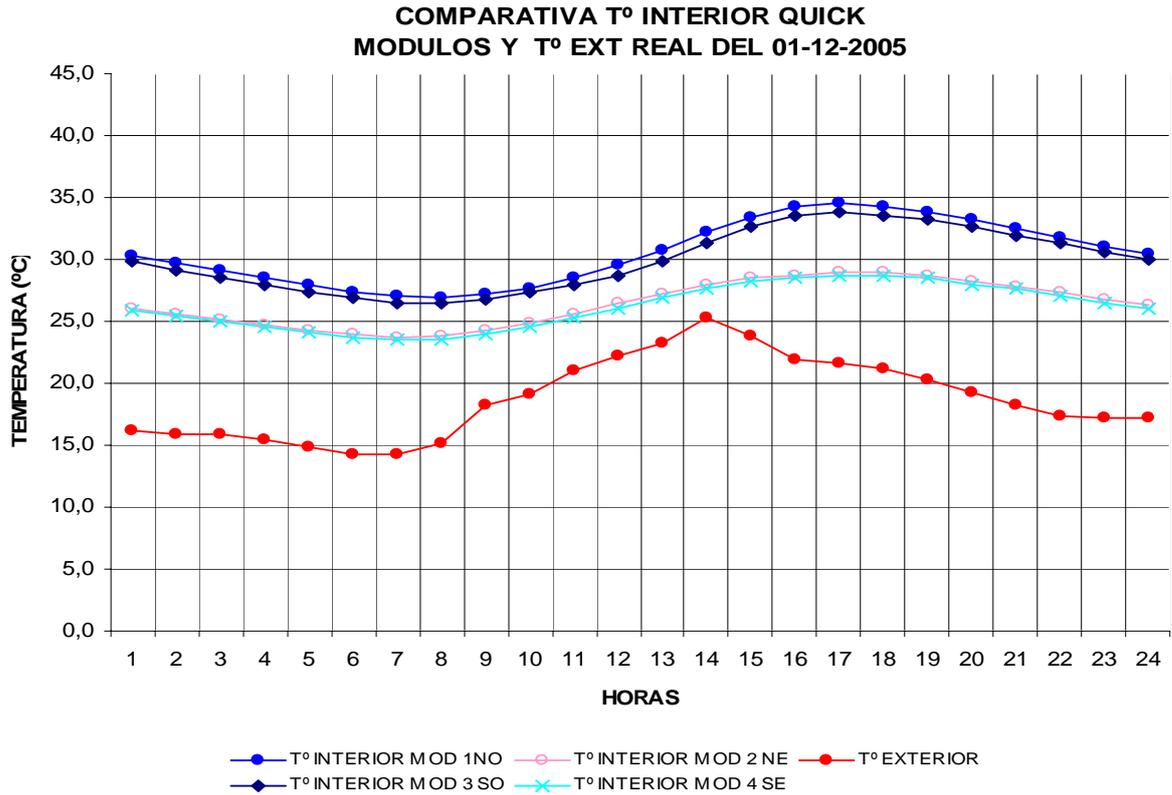


Figura 5.76 Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 1 de diciembre de 2005

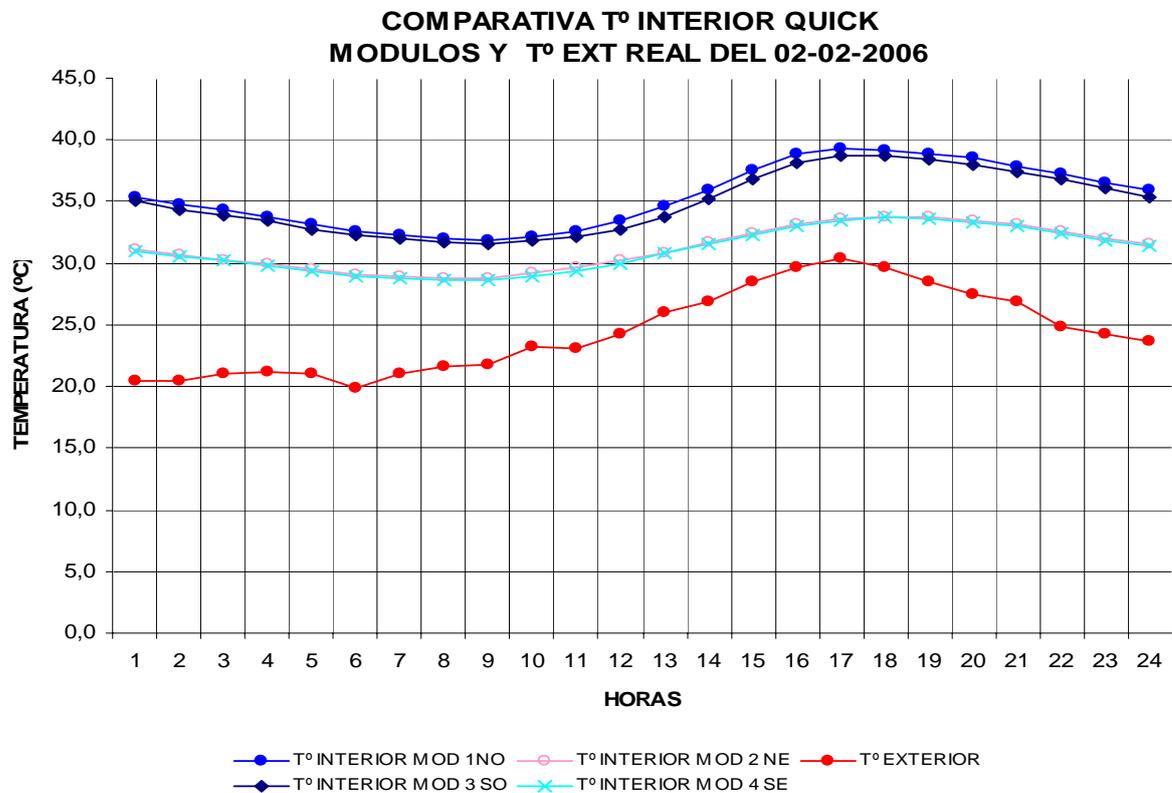


Figura 5.77 Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 2 de febrero de 2006

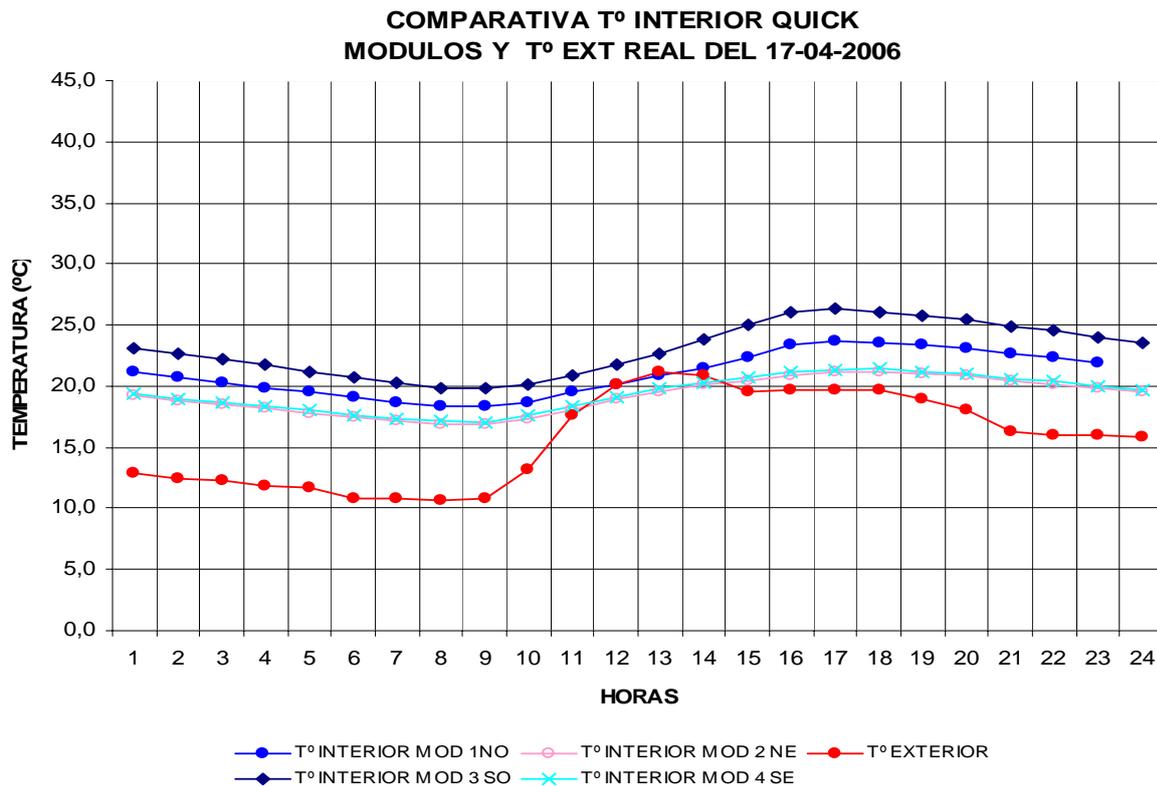


Figura 5.78 Datos de temperatura exterior real e interior en los módulos con los resultados obtenidos con el programa Quick para el 17 de abril de 2006

En el resumen de resultados obtenidos con el programa Quick indicados en las gráficas anteriores y tomando como referencia la temperatura real, medida en la central de datos ubicada en la terraza del edificio, vemos que las temperaturas están casi siempre por encima de las exteriores y en muchos casos por encima de las deseables para lograr condiciones de hábitat confortable.

Esto puede deberse a que no está considerado en el cálculo la ventilación, infiltraciones propias del edificio o por el uso de los espacios.

Si bien los datos no coinciden con la realidad, tienen valores que permitirán más adelante, estimar un factor comparando estas mediciones con las reales.

También, en el caso de algunas oficinas, existen persianas interiores y en la NO, un protector exterior que filtra la incidencia solar, mejorando las condiciones térmicas de los módulos. Esto puede producir la diferencia entre las mediciones reales, para evaluar la nueva propuesta se realizará en las mismas condiciones con que se realizó la simulación a través del programa Quick.

También debe considerarse que en el caso de la iluminación natural, en el estudio realizado en el cielo artificial, se hizo sin estos elementos adicionales. Se deberá tener en cuenta que los valores registrados se verán reducidos al agregarse estos filtros.

A fin de realizar las comparativas del comportamiento entre resultados del programa Quick, se realizaron con los datos de temperaturas de Buenos Aires cargados,

simulaciones de temperaturas interiores para un día frío y cálido y se compararon entre si para cada uno de los módulos. (Figuras 5.79 a 5.82).

MODULO 1 - NO

Project: TESIS CD Zone: MODULO 1

Time: 17:07 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,4	19,9	13	32,7	13,4	40,4	22,1
2	24,0	7,9	36,8	19,3	14	33,0	13,9	41,3	23,6
3	23,6	7,6	36,2	18,8	15	32,7	14,3	41,9	24,0
4	23,3	7,3	35,7	18,2	16	32,0	13,8	42,2	23,9
5	23,0	7,2	35,3	17,8	17	31,0	13,3	42,0	23,6
6	22,8	7,2	35,1	17,3	18	30,0	12,7	41,4	23,2
7	23,2	7,1	35,1	17,0	19	28,5	12,0	40,7	22,7
8	24,0	7,1	35,4	16,8	20	27,0	10,6	40,1	22,2
9	26,0	7,9	36,1	17,0	21	26,5	10,2	39,5	21,7
10	28,0	10,1	37,0	17,7	22	26,0	9,9	38,9	21,2
11	30,0	11,8	38,1	18,8	23	25,5	9,8	38,2	20,6
12	32,0	12,8	39,3	20,3	24	25,0	9,8	37,6	20,0

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO
Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX

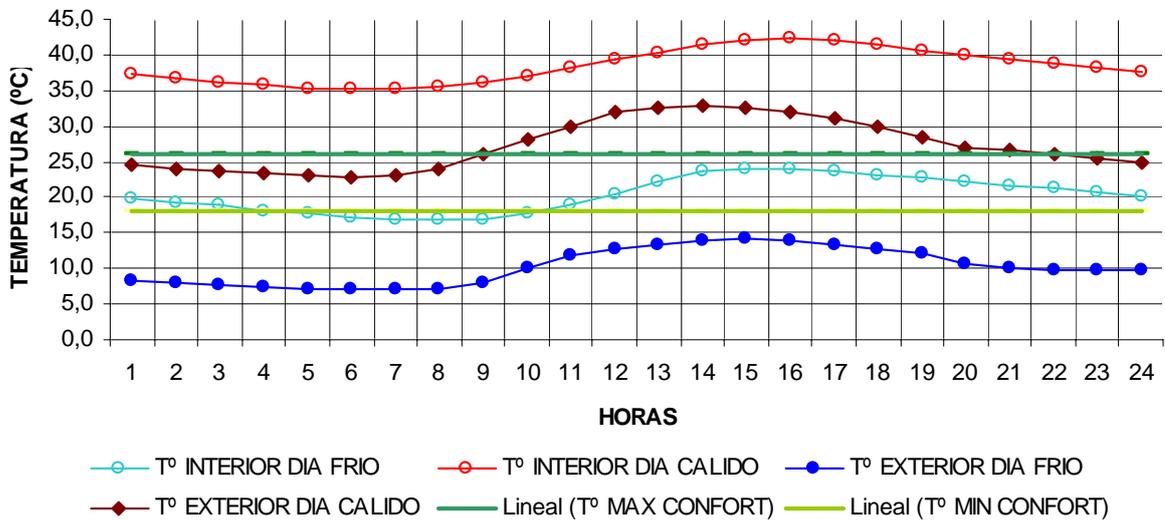


Figura 5.79 Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 1 (NO)

MODULO 2 - NE

Project: TESIS CD Zone: MODULO 2 Time: 17:12 Date: 24/11/09
 RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	35,1	16,1	13	32,7	13,4	38,6	17,8
2	24,0	7,9	34,6	15,7	14	33,0	13,9	39,1	18,3
3	23,6	7,6	34,1	15,3	15	32,7	14,3	39,3	18,6
4	23,3	7,3	33,6	14,9	16	32,0	13,8	39,2	18,7
5	23,0	7,2	33,4	14,5	17	31,0	13,3	38,9	18,7
6	22,8	7,2	33,5	14,3	18	30,0	12,7	38,5	18,4
7	23,2	7,1	33,9	14,2	19	28,5	12,0	38,0	18,1
8	24,0	7,1	34,5	14,2	20	27,0	10,6	37,4	17,8
9	26,0	7,9	35,3	14,6	21	26,5	10,2	36,9	17,4
10	28,0	10,1	36,2	15,5	22	26,0	9,9	36,4	17,1
11	30,0	11,8	37,1	16,3	23	25,5	9,8	35,8	16,6
12	32,0	12,8	38,0	17,2	24	25,0	9,8	35,3	16,2

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NE
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**

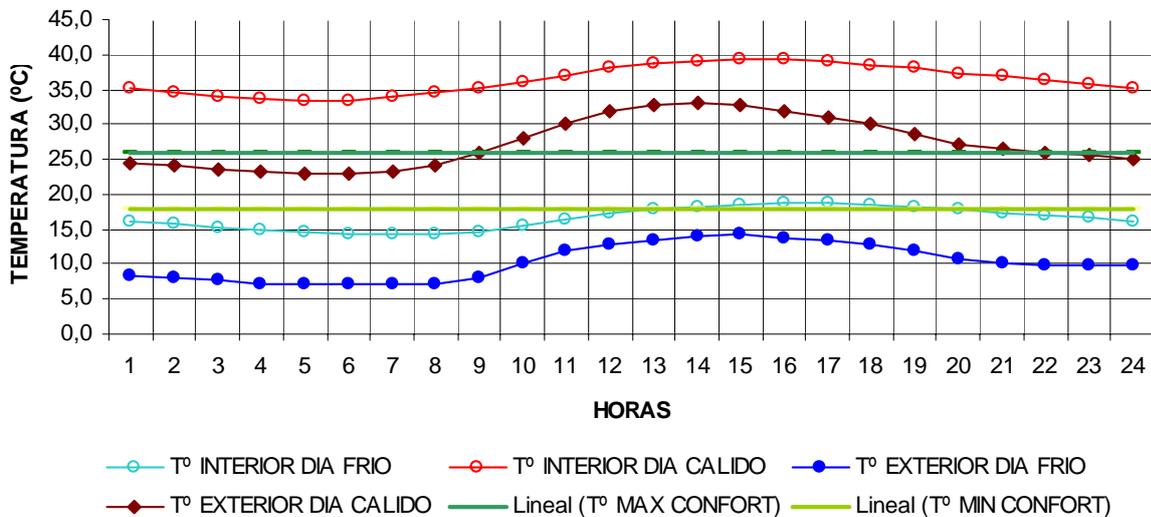


Figura 5.80 Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 2 (NE)

MODULO 3 - SO

Project: TESIS CD Zone: MODULO 3

Time: 17:35 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,6	15,0	13	32,7	13,4	39,8	15,8
2	24,0	7,9	37,0	14,6	14	33,0	13,9	40,8	16,6
3	23,6	7,6	36,4	14,2	15	32,7	14,3	41,7	17,0
4	23,3	7,3	35,9	13,9	16	32,0	13,8	42,4	17,1
5	23,0	7,2	35,5	13,6	17	31,0	13,3	42,2	17,1
6	22,8	7,2	35,2	13,3	18	30,0	12,7	41,7	17,0
7	23,2	7,1	35,3	13,2	19	28,5	12,0	41,0	16,7
8	24,0	7,1	35,6	13,1	20	27,0	10,6	40,3	16,4
9	26,0	7,9	36,2	13,4	21	26,5	10,2	39,7	16,1
10	28,0	10,1	37,1	13,9	22	26,0	9,9	39,1	15,8
11	30,0	11,8	37,9	14,5	23	25,5	9,8	38,4	15,4
12	32,0	12,8	38,9	15,1	24	25,0	9,8	37,8	15,1

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 SO
Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX

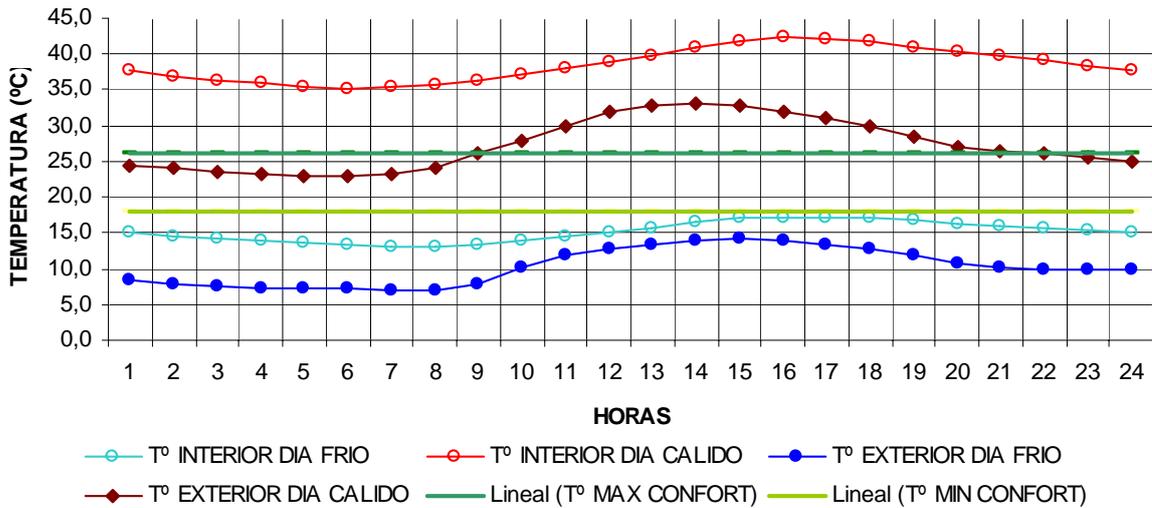


Figura 5.81 Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 3 (SO)

MODULO 4 -SE

Project: TESIS CD Zone: MODULO 4

Time: 17:45 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	34,6	14,5	13	32,7	13,4	37,9	15,4
2	24,0	7,9	34,1	14,2	14	33,0	13,9	38,4	15,9
3	23,6	7,6	33,6	13,8	15	32,7	14,3	38,6	16,3
4	23,3	7,3	33,2	13,5	16	32,0	13,8	38,6	16,5
5	23,0	7,2	33,1	13,2	17	31,0	13,3	38,3	16,5
6	22,8	7,2	33,1	12,9	18	30,0	12,7	37,9	16,4
7	23,2	7,1	33,4	12,7	19	28,5	12,0	37,4	16,2
8	24,0	7,1	33,9	12,7	20	27,0	10,6	36,8	15,9
9	26,0	7,9	34,6	12,9	21	26,5	10,2	36,4	15,6
10	28,0	10,1	35,5	13,4	22	26,0	9,9	35,9	15,3
11	30,0	11,8	36,4	14,1	23	25,5	9,8	35,3	14,9
12	32,0	12,8	37,3	14,7	24	25,0	9,8	34,8	14,6

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 SE
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**

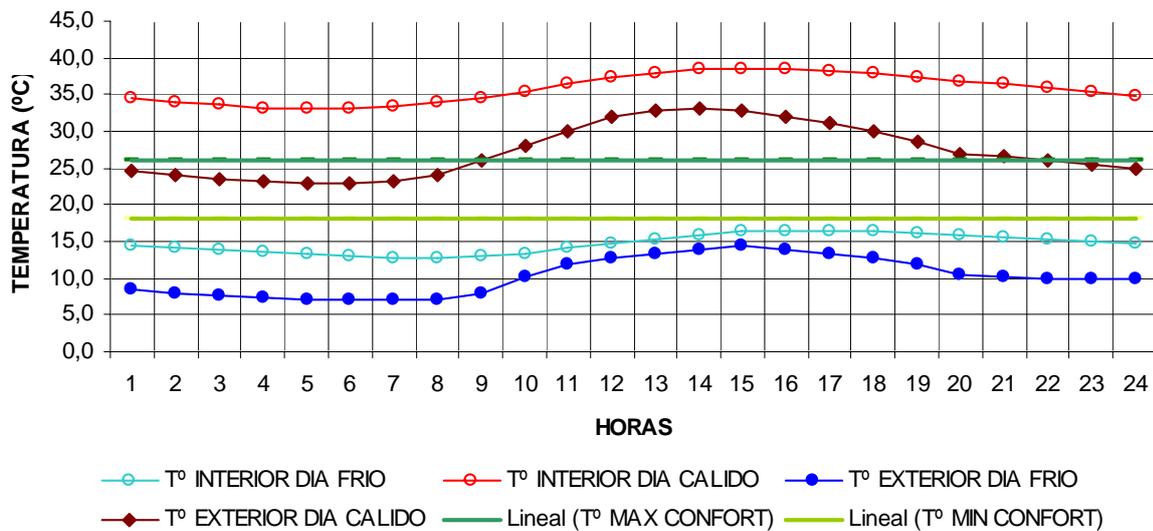


Figura 5.82 Gráfico comparativo de temperaturas interiores y exterior para un día frío y cálido para el módulo 4 (SE)

En todos los casos se observa que la temperatura interior para el día cálido esta por encima de la exterior y a su vez por encima de los límites de confort. En el caso del día frío, en la orientación NO la temperatura interior esta dentro de los límites de confort, pero en el resto de los módulo esta por debajo, aunque en todos los caso los valores son mayores que la temperatura exterior.

En todos los casos, las temperaturas interiores corresponde a espacios sin calefacción y refrigeración, situación de los espacios en estudio.

5.4 ESTUDIO COMPARATIVO DE RESULTADOS.

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN EXISTENTE

En esta sección se realiza estudios comparativos que permiten obtener los siguientes resultados:

- visualizar las diferencias entre mediciones de diferentes espacios.
- establecer las diferencias entre las mediciones y simulaciones,
- establecer factores de corrección o estimar el grado de precisión de simulaciones para poder evaluar las simulaciones a realizar con las modificaciones propuestas en el edificio en estudio.

Los resultados utilizados para realizar estos estudios comparativos surgen del uso de las herramientas presentadas en las secciones anteriores.

En primera instancia se realizó un estudio comparativo entre los resultados de las mediciones y las simulaciones en distintos espacios con diferentes orientaciones, para los días en distintas épocas del año. Las simulaciones surgen de la aplicación del programa Quick [Richards y Matthews, 1994], que permite simular las temperaturas interiores de los módulos, según la orientación, características térmicas y geométricas de los elementos constructivos, las temperaturas exteriores y la intensidad de la radiación solar.

Las figuras 5.83 a 5.86 muestran los resultados en octubre, diciembre, febrero y abril respectivamente, en cada uno de los cuatro módulos estudiados. Los módulos 1 a 4 corresponden a las orientaciones NO, NE, SO y SE, respectivamente.

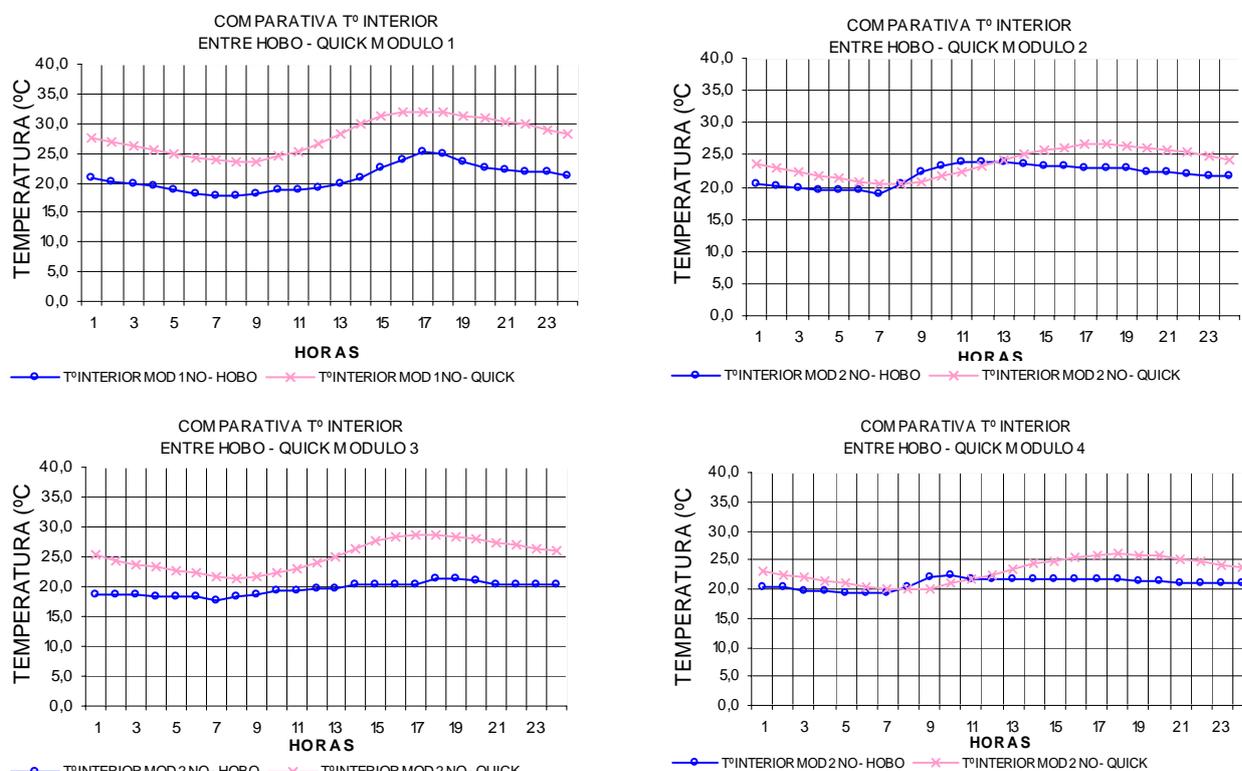


Figura 5.83 Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 1 de octubre de 2005

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
 Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.

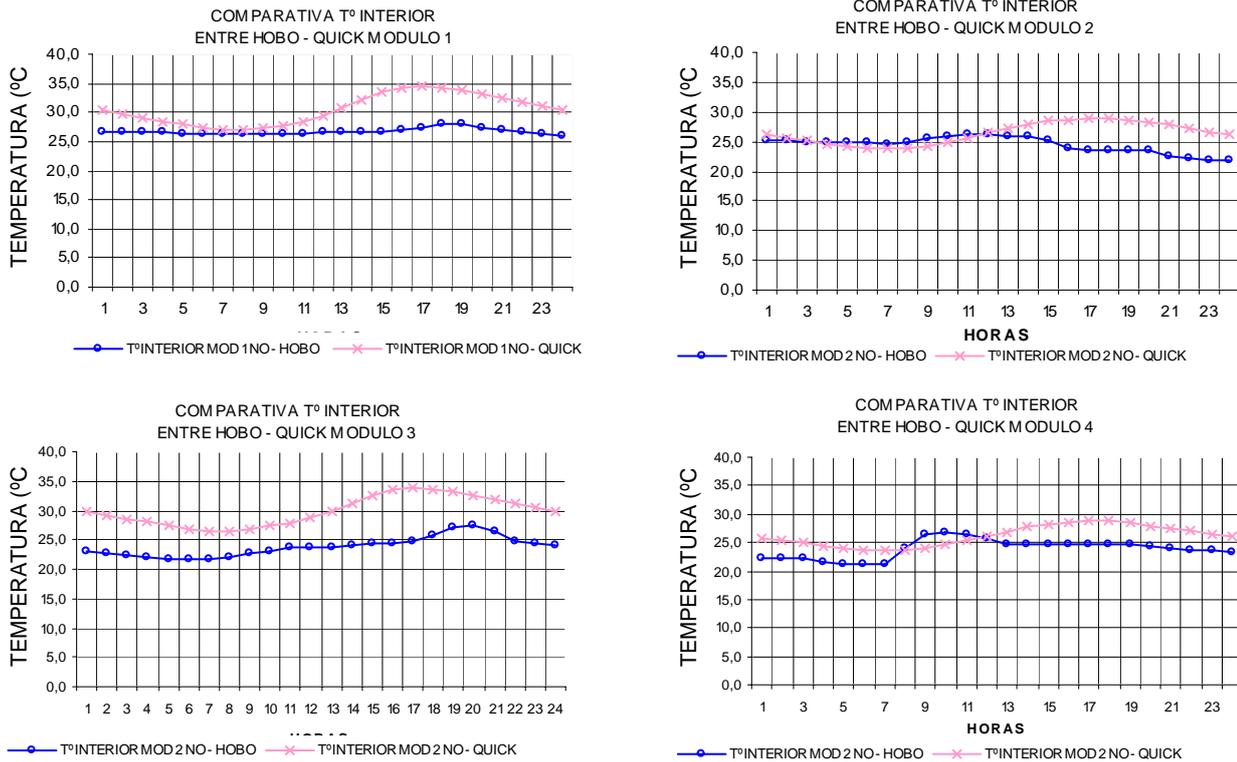


Figura 5.84 Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 1 de diciembre de 2005

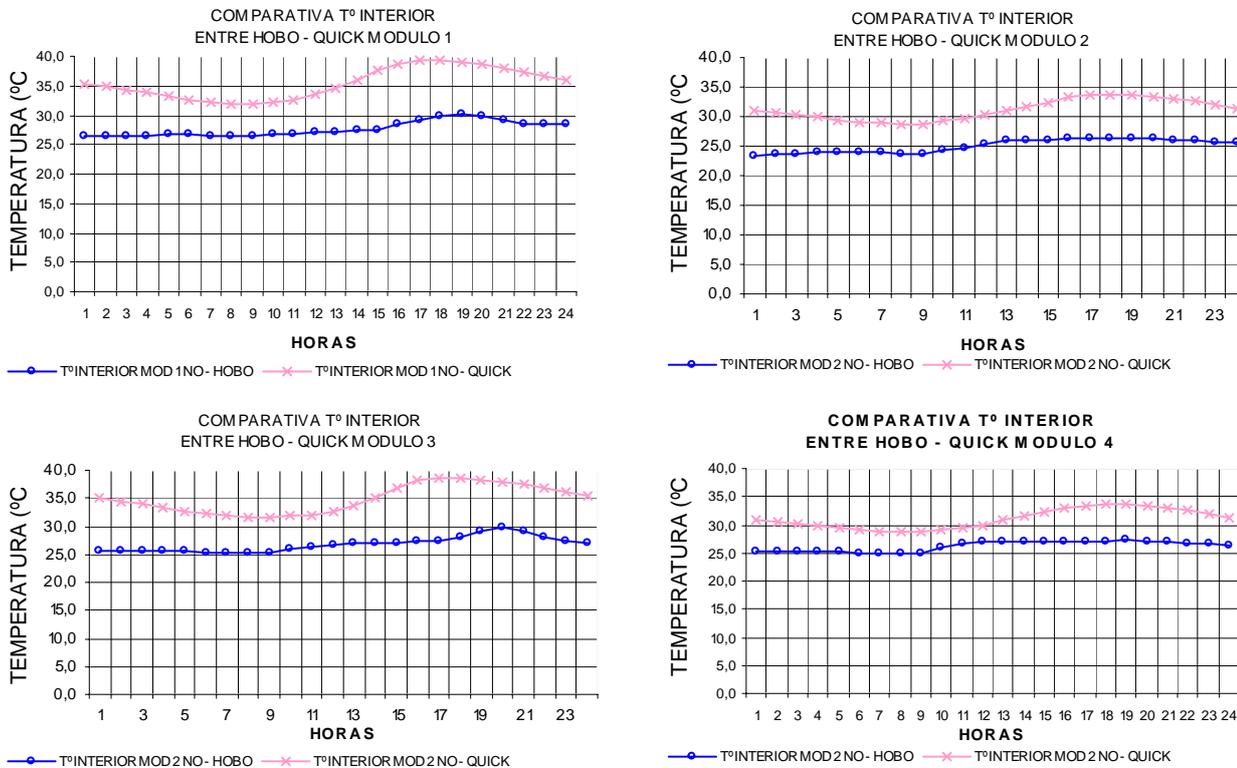


Figura 5. 85 Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 2 de febrero de 2006

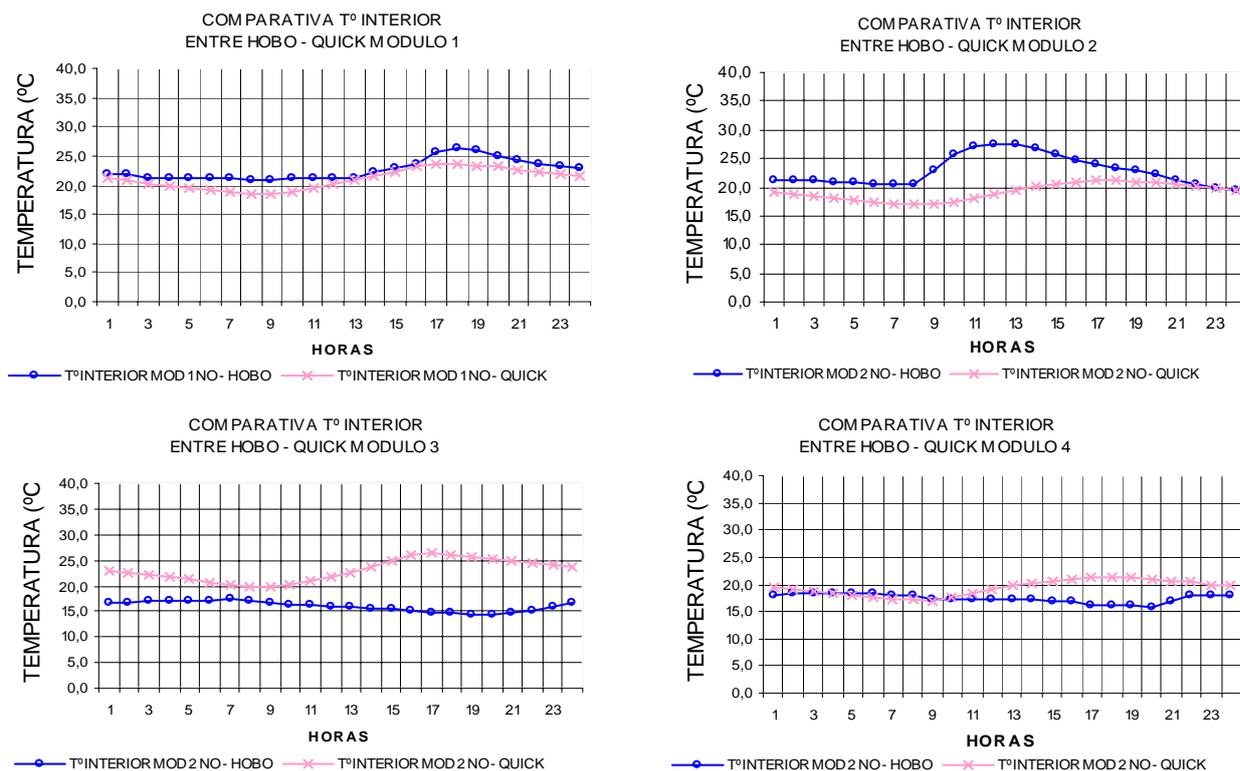


Figura 5.86 Comparativa de resultados entre mediciones reales y resultados de Quick para cada módulo el 17 de abril de 2006

El estudio comparativo indica que el comportamiento de las mediciones, reales y las simulaciones numéricas, no se corresponden con exactitud, debido a las siguientes causas posibles:

- La temperatura interior depende de las condiciones exteriores en los días anteriores. Haber tomado valores reales de temperatura exterior de un día para cargar los datos en el programa Quick puede producir una diferencia. Utilizar un promedio de varios días puede dar resultados más representativos del comportamiento térmico.
- También en el proceso realizado con el programa Quick no se considera el acondicionamiento artificial, las personas ni las ventilaciones que el uso del espacio en estudio. Estas cargas pueden haber provocado variaciones y por tal motivo los registros reales tienen temperaturas menores que las registradas con las simulaciones por computadora.
- No es fácil establecer ciertos valores para la simulación térmica, por ejemplo la renovación de aire. También puede aparecer leves variaciones entre los valores reales y las variables utilizadas en la simulación, tales como la intensidad de radiación solar, las características térmicas de los materiales y sus espesores.

CONCLUSIONES

De los puntos analizados en este capítulo se determinaron el emplazamiento y las características del edificio y la elección de los módulos en estudio y se estudiaron la materialización de la envolvente. Estos datos permitieron construir una maqueta que se utilizó para realizar simulaciones físicas en el Heliodón y en el Cielo Artificial del CIHE y las características de la envolvente se utilizaron para procesar datos y hacer simulaciones en el programa Quick.

También se realizaron mediciones in situ en cada uno de los módulos para obtener registros reales y poder utilizarlos en las simulaciones.

Se pudo así obtener resultados donde se evidencia la importancia de la orientación y la envolvente en el comportamiento térmico de un espacio de idéntica geometría.

Los registros obtenidos de las mediciones y simulaciones del módulo de estudio permiten ser comparados entre si y luego, en el próximo capítulo, con el módulo modificado, para poder evaluar las variaciones que surjan con la nueva propuesta. Se evaluarán y compararán mejoras en el asoleamiento sobre el cerramiento expuesto, las variaciones de iluminación natural en el espacio interior y el comportamiento térmico del nuevo módulo en distintas orientaciones.

CAPITULO 6 – DESARROLLO Y PROPUESTA DE LA NUEVA ENVOLVENTE

INTRODUCCION

En este capítulo se estudiará los pasos a seguir para realizar la nueva propuesta, para ello se analizará cada uno de los resultados del capítulo 5 y se realizarán modificaciones en el módulo que permitan mejorar las condiciones interiores, en primera instancia se tomará como elementos de modificación, la geometría y las pautas bioambientales que ayuden a mejorar las condiciones de confort interior.

El estudio pretende demostrar las mejoras que permite un buen diseño de envolvente, por ese motivo no se realizarán modificaciones en la materialización de la envolvente, aunque se enumerarán algunas posibles acciones a tomar en ese aspecto.

De la nueva geometría resultante se evaluará la posibilidad, de incorporar e integrar sistemas de generación de energía mediante fuentes renovables. En este caso se estudiará la posibilidad de a través de celdas fotovoltaicas para generar energía eléctrica.

PROPUESTA DE LA NUEVA ENVOLVENTE

El primer paso a estudiar es, como la geometría exterior de la envolvente permite introducir mejoras en el comportamiento térmico interior. Para ello se estudiaron las orientaciones predominantes del edificio y como, las posibles modificaciones de parasoles, ayudan a reducir el impacto sobre el cerramiento exterior. Se estudió para cada orientación la incorporación o ampliación de parasoles horizontales y verticales (Figura 6.1 a 6.3).

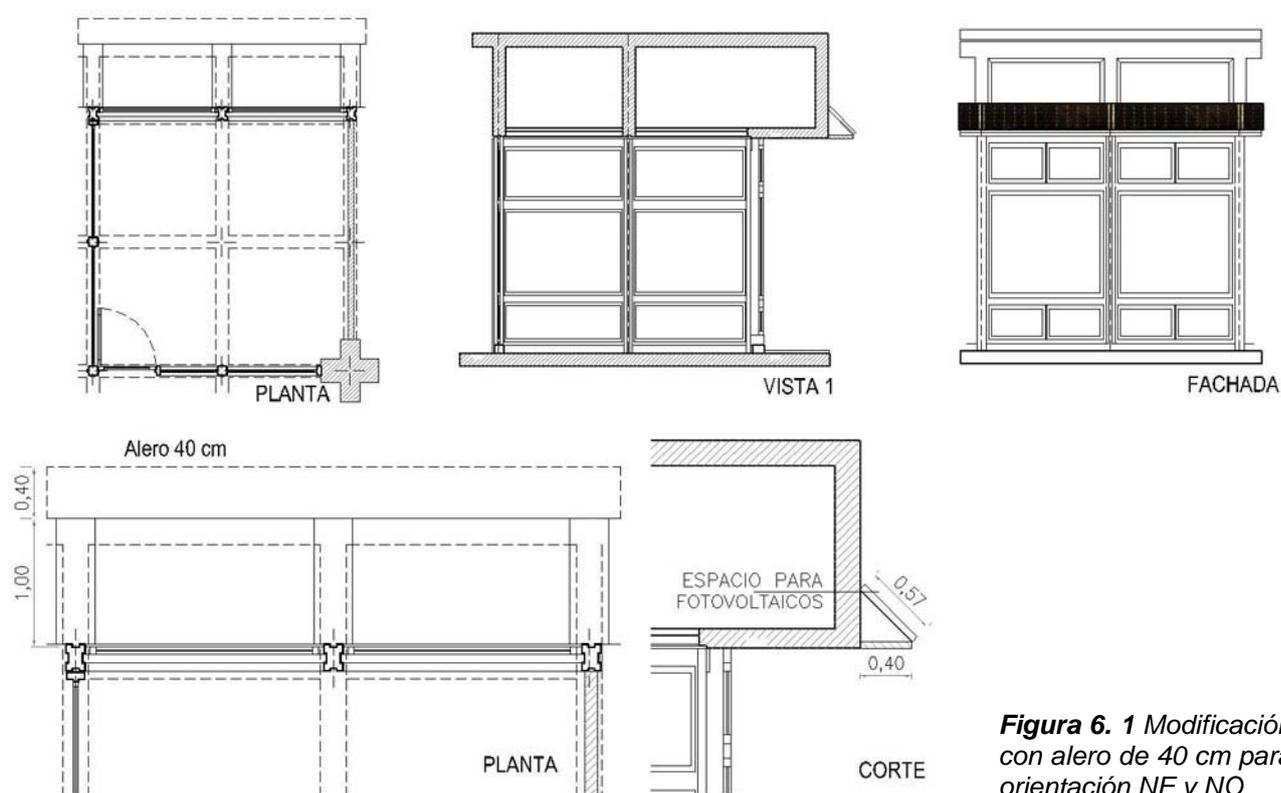
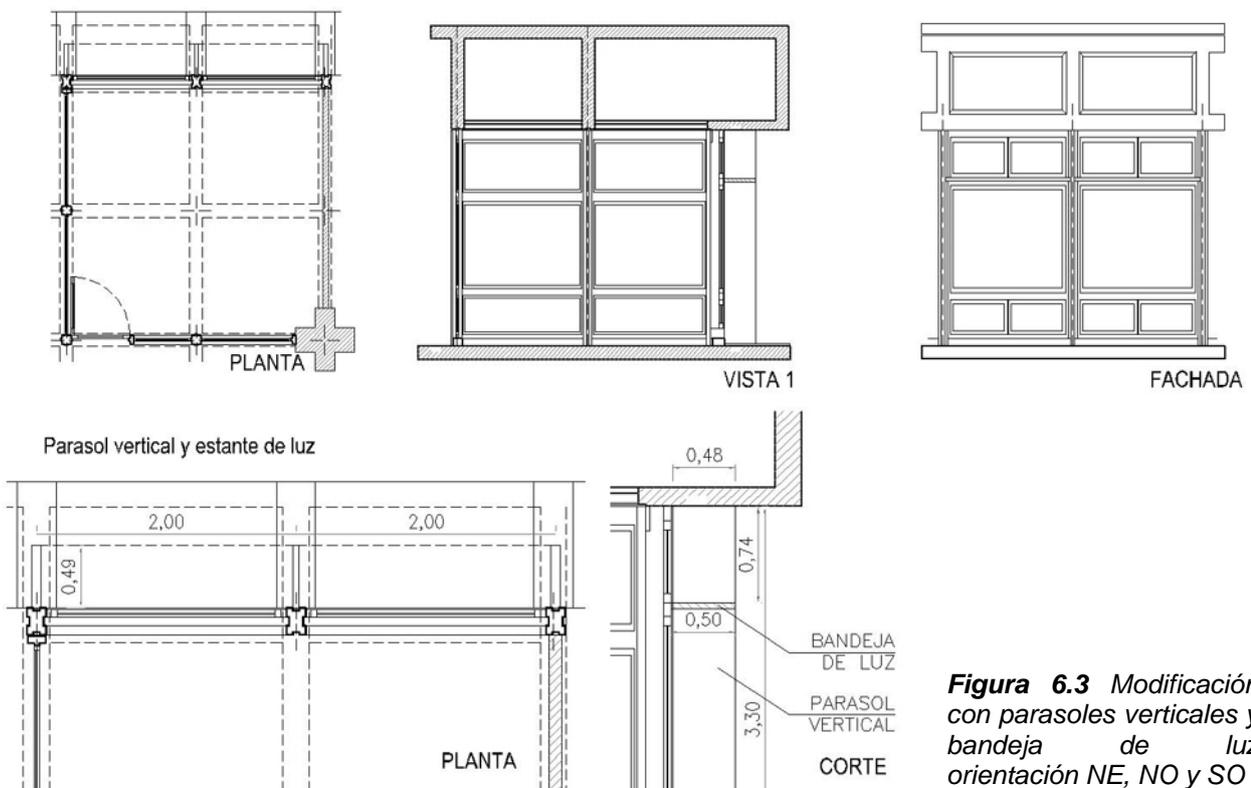
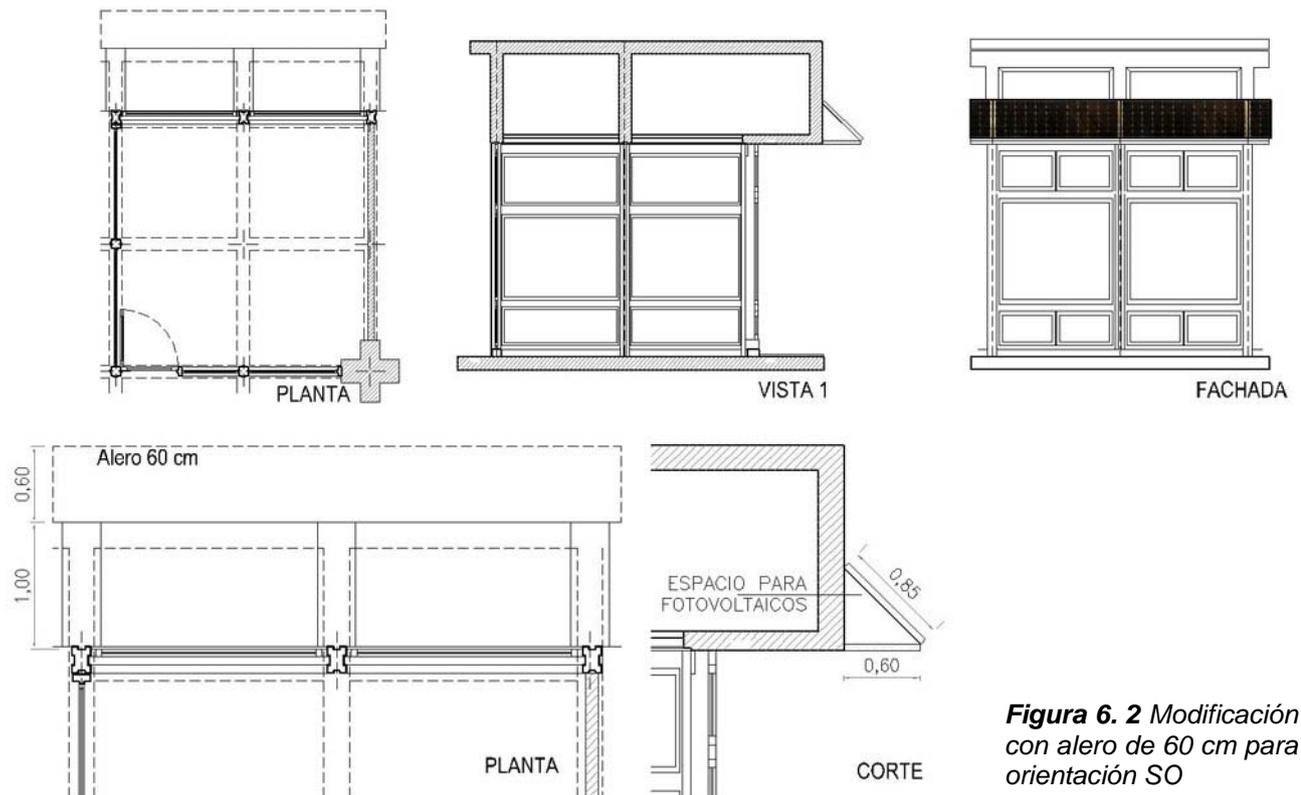


Figura 6. 1 Modificación con alero de 40 cm para orientación NE y NO



Se determinó la posición del sol, altura y azimut, para las 9, 12 y 15 horas, (Figura 6.4) para realizar gráficas y determinar los beneficios e inconvenientes de cada propuesta. Se calcularon los ángulos con el Programa ISOL [CIHE, 2005]

HORAS	9		12		15	
	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT
INVIERNO	18	43,0	32,1	0,0	18	317,0
EQUINOCCIO	35,8	60,7	55,7	0,0	35,8	299,3
VERANO	49,5	86,5	78,9	0,0	49,5	273,5

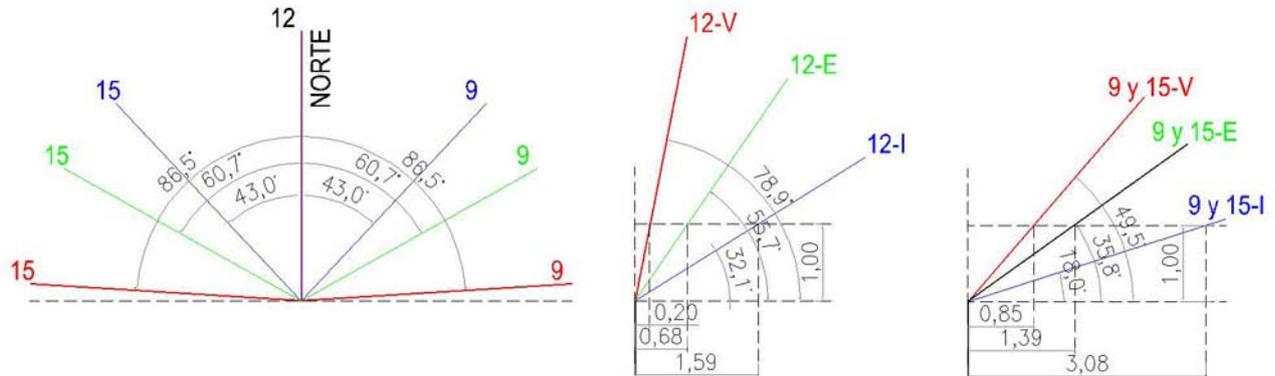


Figura 6.4 Gráfica de ángulos de Altura de Sol y Azimut, para 9, 12 y 15 hs. en equinoccios y solsticios.

Se calcularon y estudiaron con el mismo programa los ángulos para cada módulo, en planta y corte, a fin de determinar la incidencia sobre cada fachada (Figura 6.5)

SOL EN CORTE MODULO 1

HORAS	9		12		15	
	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT
INVIERNO	83,9	88,0	41,5	45,0	18	2,0
EQUINOCCIO	-69,5	105,7	64,3	45,0	36,8	-15,7
VERANO	-60,5	131,5	82,1	45,0	57,4	-41,5

SOL EN CORTE MODULO 2

HORAS	9		12		15	
	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT
INVIERNO	18	-2,0	41,5	-45,0	83,9	-88,0
EQUINOCCIO	36,8	15,7	64,3	-45,0	-69,5	-105,7
VERANO	57,4	41,5	82,1	-45,0	-60,5	-131,5

SOL EN CORTE MODULO 3

HORAS	9		12		15	
	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT
INVIERNO	-18	178,0	-41,5	135,0	-83,9	92,0
EQUINOCCIO	-36,8	195,7	-64,3	135,0	69,5	74,3
VERANO	-57,4	221,5	-82,1	135,0	60,5	48,5

SOL EN CORTE MODULO 4

HORAS	9		12		15	
	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT	ALTITUD	AZIMUT
INVIERNO	-83,9	-92,0	-41,5	-135,0	-18	-178,0
EQUINOCCIO	69,5	-74,3	-64,3	-135,0	-36,8	164,3
VERANO	60,5	-48,5	-82,1	-135,0	-57,4	138,5

Figura 6.5 Ángulos de Sol y Azimut, para planta y corte en los distintos módulos parra 9, 12 y 15 hs. en equinoccios y solsticios.

Se graficó sobre la planta y corte de los distintos módulos, el resultado de los valores obtenidos para realizar un primer análisis y poder determinar a priori algunas primeras decisiones de diseño. (Figura 6.6 y 6.7)

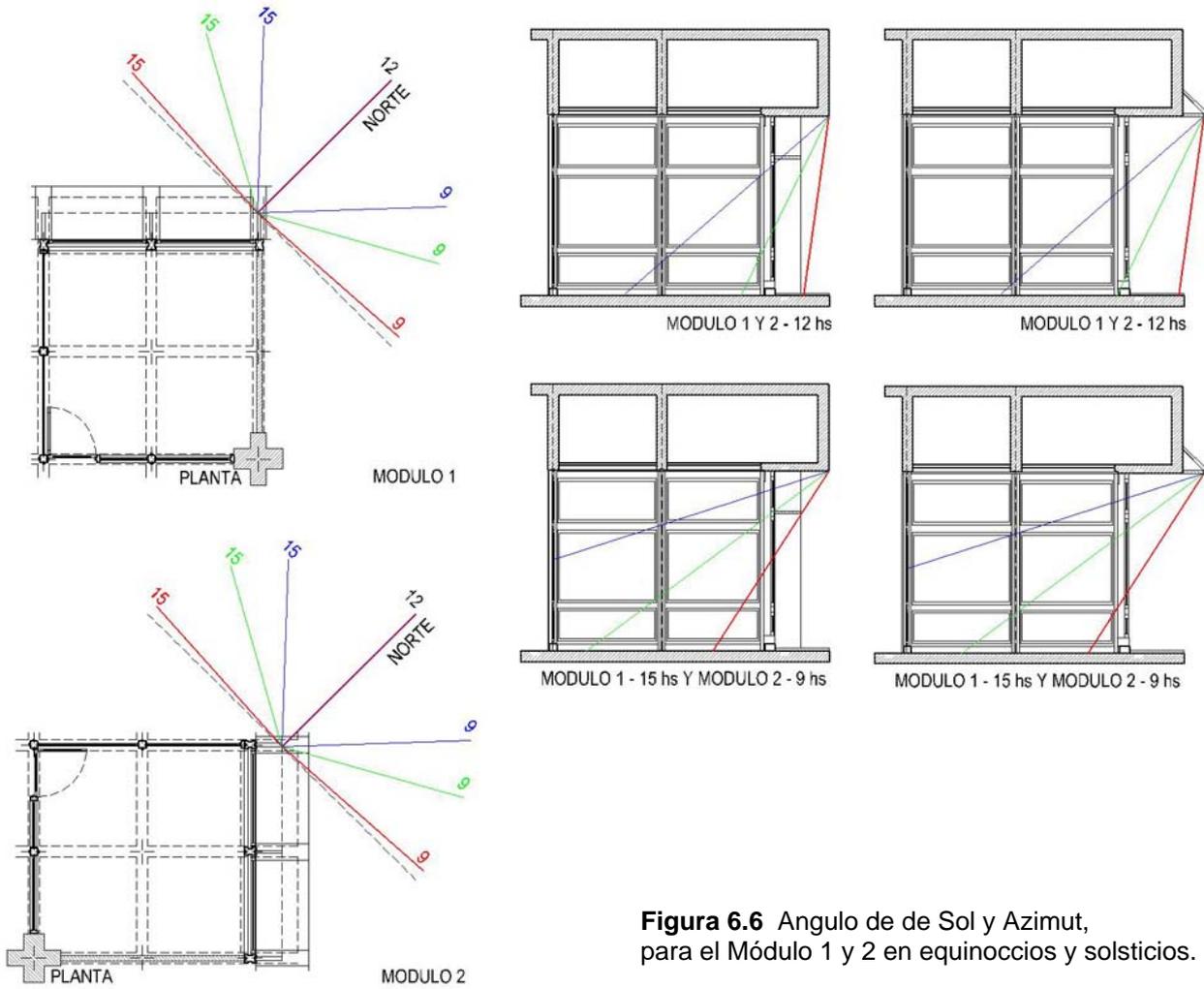


Figura 6.6 Angulo de de Sol y Azimut, para el Módulo 1 y 2 en equinoccios y solsticios.

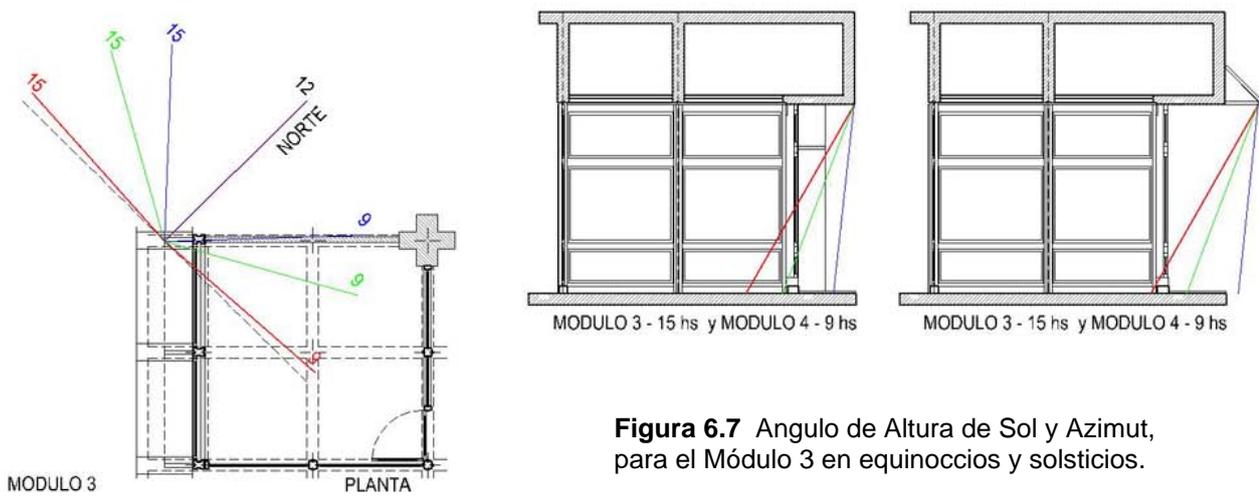


Figura 6.7 Angulo de Altura de Sol y Azimut, para el Módulo 3 en equinoccios y solsticios.

De estas gráficas se pueden deducir 2 temas que llevaron a tomar las siguientes determinaciones, y que fueron apoyados por simulaciones físicas ejecutadas en la maqueta.

- A - Debido a las dimensiones del módulo, se descarto el uso de una bandeja de luz entre las ventanas y la claraboya superior ya que los beneficios se verían en situaciones donde la profundidad del local fuese mayor, Además el módulo cuenta con un alero superior importante y el sol en algunas épocas del año no sería efectivo sobre dicha bandeja como se puede ver en las graficas anteriores.
- B - El uso de parasoles verticales podría ser de utilidad en una orientación oeste, especialmente para la época estival, pero en el caso de estudio, las orientaciones predominantes son NE, NO y SO, por lo que el uso de parasoles verticales no solo no aportaría protección significativa, sino que además reduciría el aprovechamiento del sol en invierno especialmente en la orientación SO. (Figuras 6.8 a 6.9)

MODULO NO

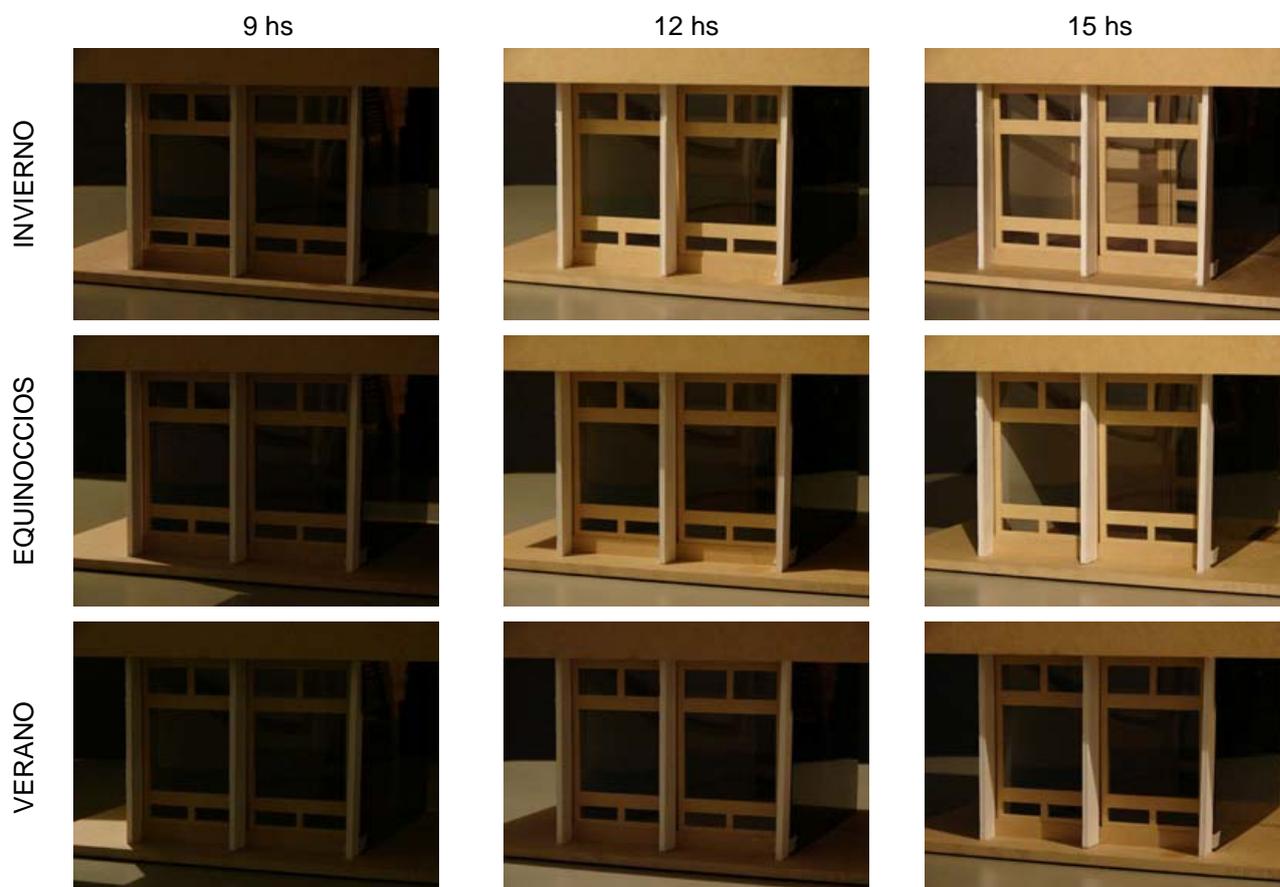


Figura 6.8 Registro fotográfico, Módulo1 con aleros verticales orientación NO.

Se puede ver en la maqueta, que en las primeras horas de la mañana no hay incidencia solar significativa y durante las horas posteriores al mediodía no hay modificaciones del comportamiento respecto al sol, sólo se reduce algunas horas el aporte solar en invierno, equinoccios y muy poca se beneficia la protección necesaria en verano.

En este caso el uso del alero vertical no determina beneficios en el módulo de estudio y por eso se descarta su uso para esta orientación. El mismo comportamiento tiene la fachada NE con la diferencia de tener algo de ganancia durante la mañana y ningún aporte después del mediodía.

MODULO SO

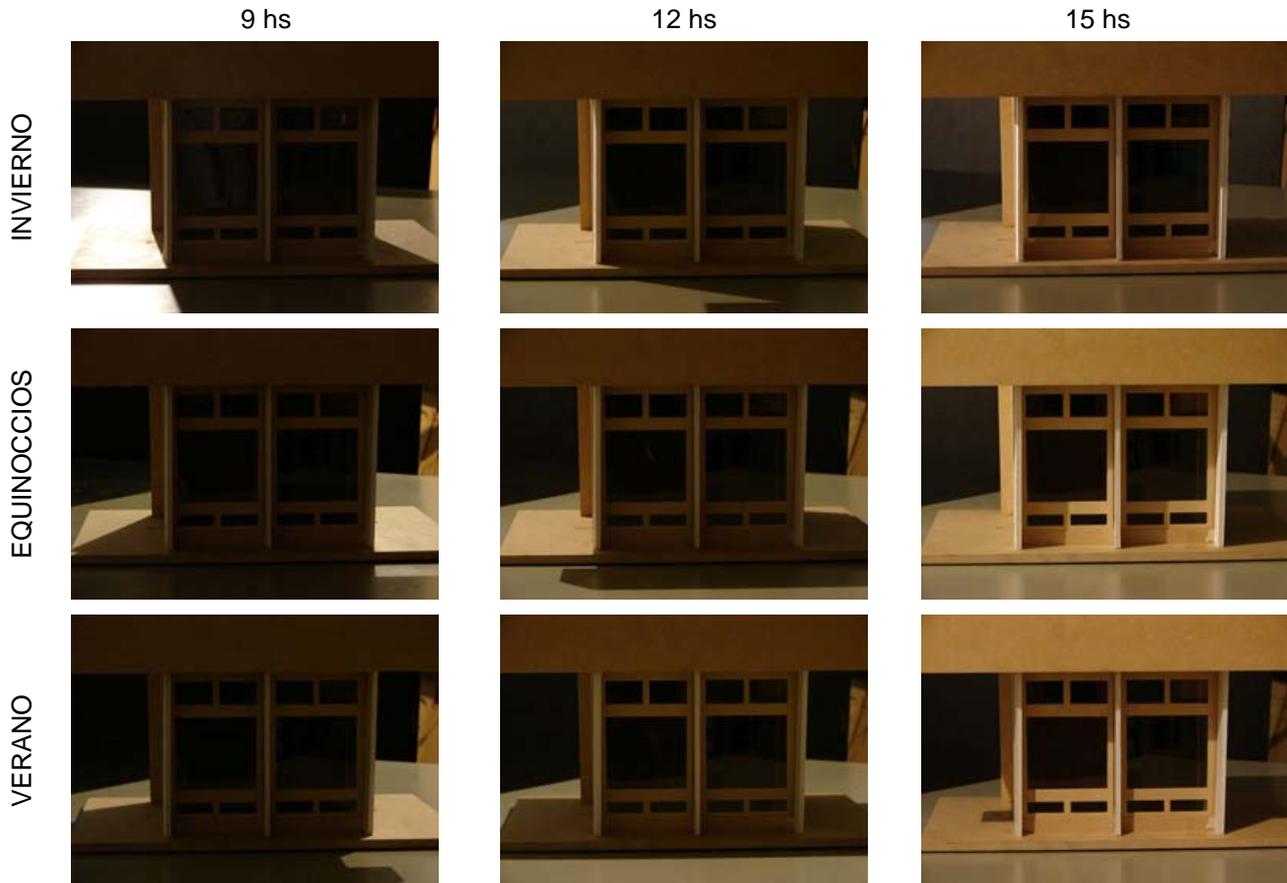


Figura 6.9 Registro fotográfico, Módulo 3 con aleros verticales orientación SO

En estas imágenes se puede ver que durante casi todo el día en invierno y equinoccios no hay aportes solares en el módulo, y la protección en verano no difiere de la del módulo original. Si se puede ver que los aleros verticales, limitan aún más el poco aprovechamiento solar especialmente en primavera y otoño.

Por este breve análisis, realizado en forma grafica, se consideró la opción de aumentar el largo del alero que según la orientaciones y se estudiara de ampliarlo 40 cm en las orientaciones NE y NO y 60 cm en SO (Figuras 6.1 y 6.2). Se descarta modificación en la fachada SE ya que no tiene incidencia significativa del sol.

ESTUDIOS Y MEDICIONES EN EL HELIODÓN DEL LABORATORIO DE ESTUDIO BIOAMBIENTALES DE LA NUEVA PROPUESTA.

Con esta nueva geometría se realizaron estudios de la incidencia del sol en el nuevo módulo, para las mismas épocas y horas antes estudiadas para el módulo original, en el Heliodón (Figuras 6.10 al 6.18), y se verificaron el asoleamiento sobre la fachada comparando los resultados con el estudio ya realizado en el Capítulo 5.

Cabe aclarar que la materialización del alero adicional en la maqueta es solamente para analizar el grado de protección solar logrado. No pretende simular el aspecto visual final, ni incorporar posibles planos de fotovoltaicos

MODULO NO

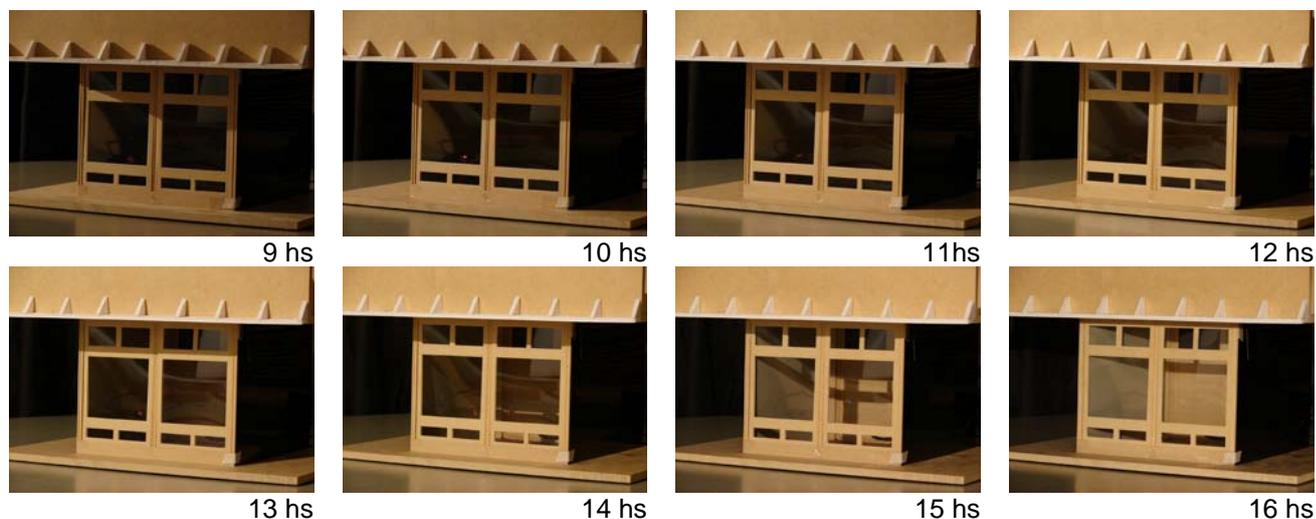


Figura 6.10 Registro fotográfico, en Laboratorio – Módulo con alero orientación NO. Invierno.

Se observa buen asoleamiento en el módulo NO en invierno a partir de las 12 hs con buena penetración solar. No hay diferencia significativa con el módulo original manteniendo una excelente penetración solar que permite obtener ganancias en esta época con temperaturas baja.

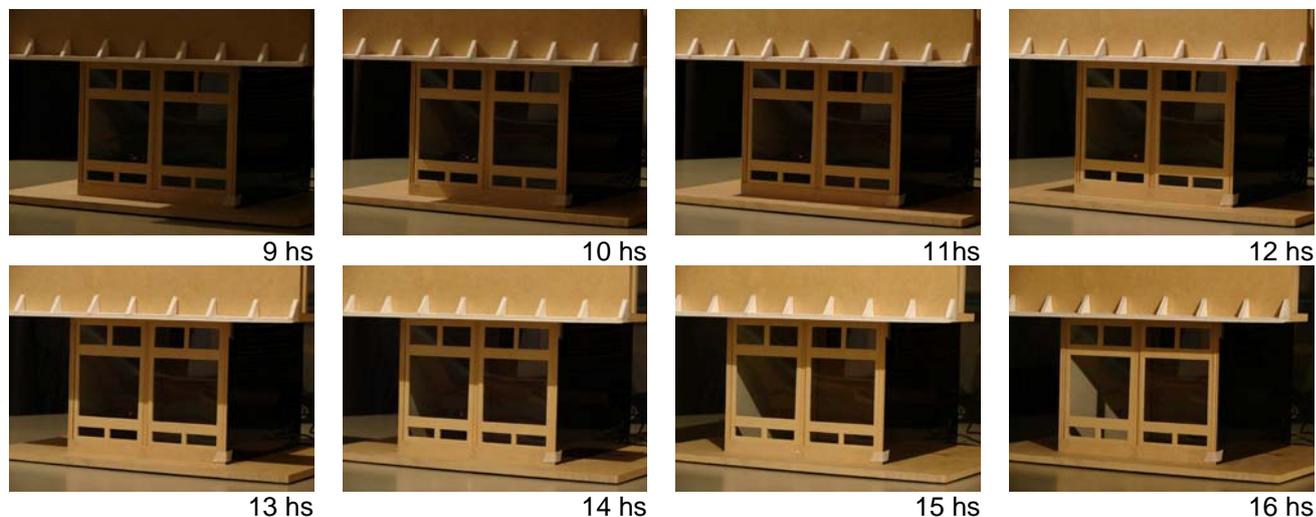


Figura 6.11 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NO. Equinoccio

Durante los equinoccios, la incidencia del sol sobre la fachada se reduce especialmente después del mediodía, logrando a las 12 horas con el nuevo alero, protección en el paño mayor vidriado de la fachada. Esto es conveniente ya que reduce el posible sobrecalentamiento especialmente durante el otoño cuando las temperaturas son un poco más elevadas.

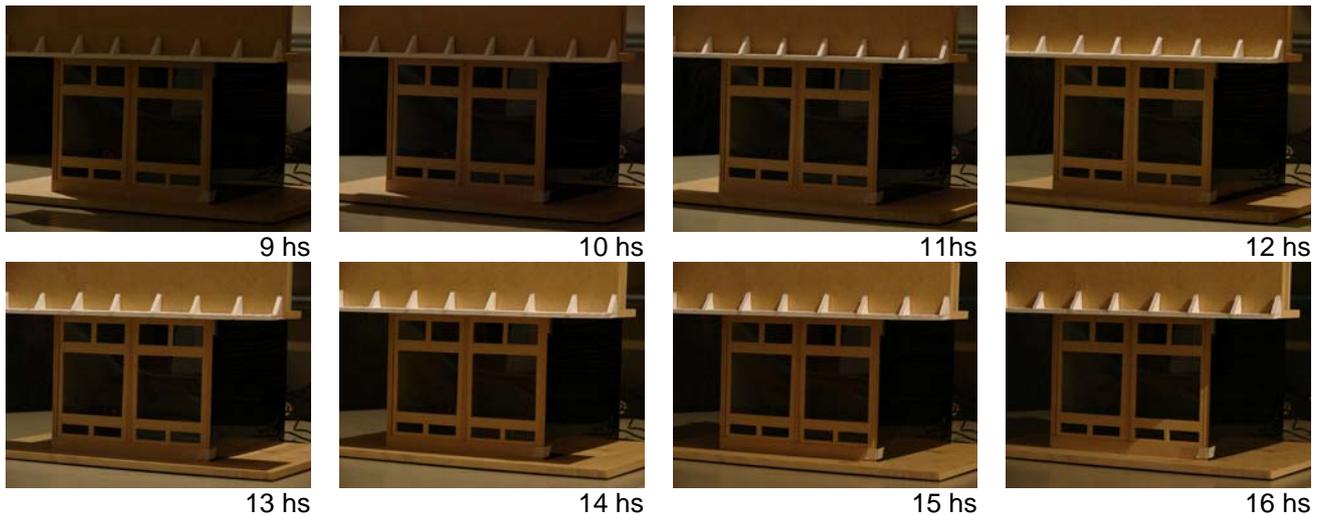


Figura 6.12 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NO. Verano.

Durante el solsticio de verano, la incorporación del nuevo alero permite una protección total de la fachada vidriada ayudando a evitar un sobrecalentamiento y molestias visuales durante las últimas horas de la tarde.

En esta orientación, el nuevo alero de 40 cm, no presenta problemas ya que no reduce el asoleamiento invernal, y recibe una mayor protección solar en equinoccio pero especialmente en verano.

MODULO NE

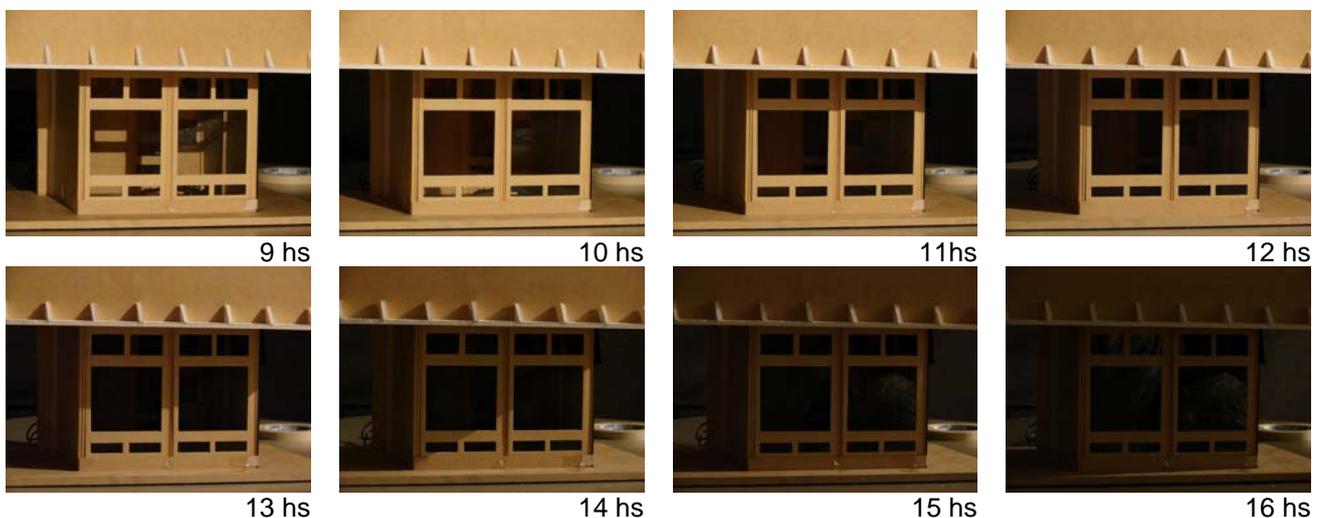


Figura 6.13 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Invierno.

Sobre el módulo NE, la incidencia solar en invierno, no se ve reducida significativamente, salvo resta alguna hora de sol cerca del mediodía, pero permite buena penetración del sol por la mañana cuando las temperaturas son menores.

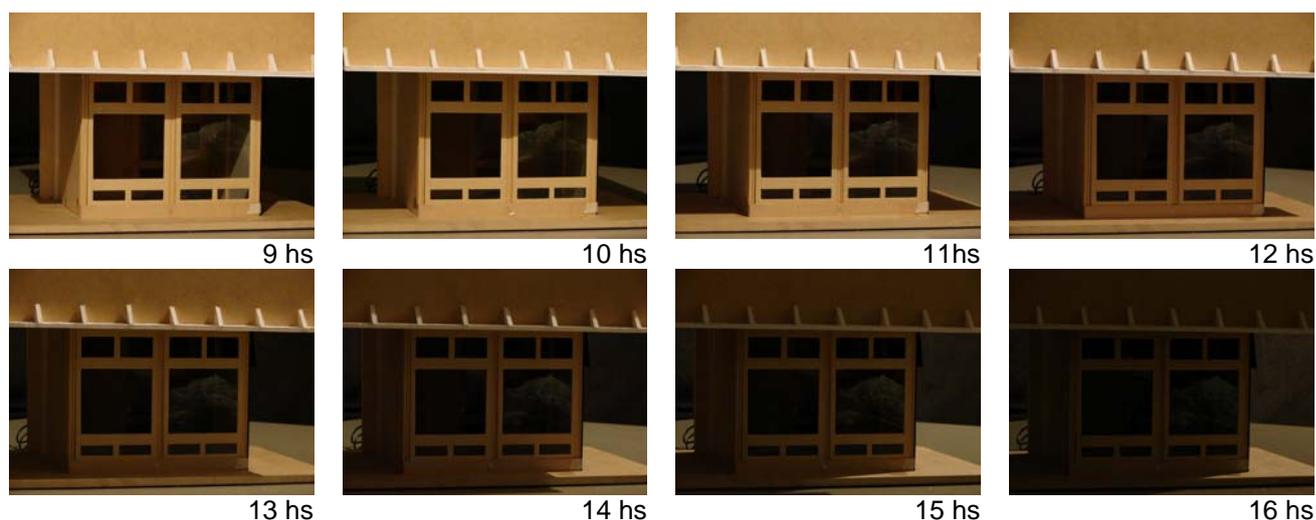


Figura 6.14 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Equinoccio.

En los equinoccios, al elevarse el sol rápidamente, se reduce la incidencia solar y los reflejos que producen algunas molestias en el confort interior. El resto del día, especialmente después del mediodía, al igual que en el módulo original no hay ganancia directa en el módulo, siendo esto una ventaja que evita el sobrecalentamiento cuando aumenta la temperatura exterior.

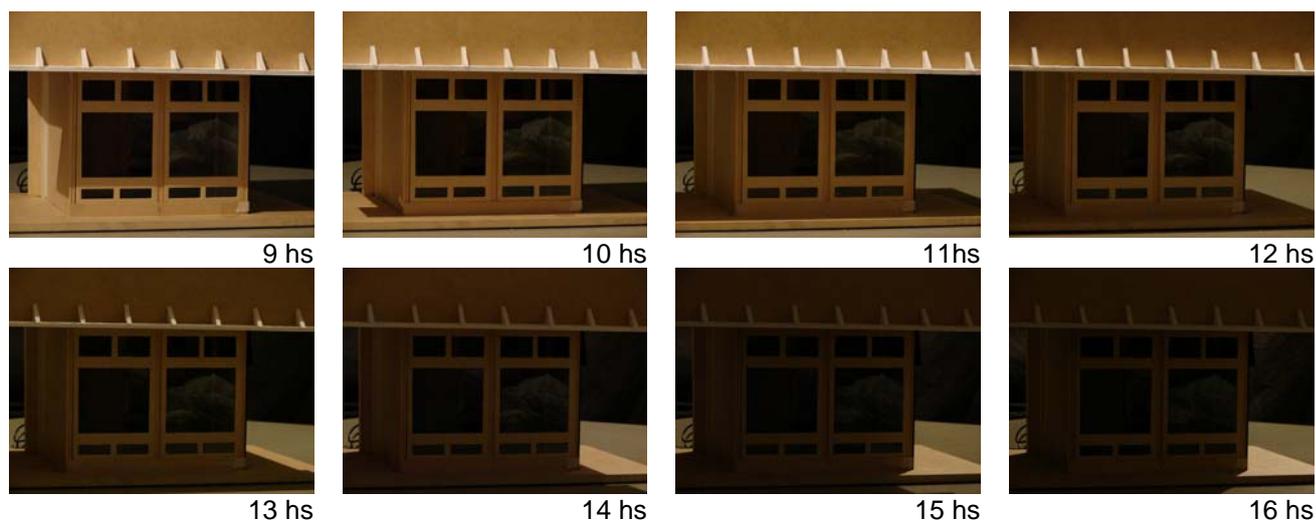


Figura 6.15 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación NE. Verano.

En verano, con el alero adicional de 40 cm, se logra una protección total a partir de las 10 horas, buena estrategia en la época de mayor temperatura, evitando problemas de sobrecalentamiento interior.

Se logra en esta orientación, con el nuevo alero, un control significativo de la incidencia solar especialmente en equinoccio y verano, manteniendo un buen asoleamiento en la época invernal.

MODULO SO

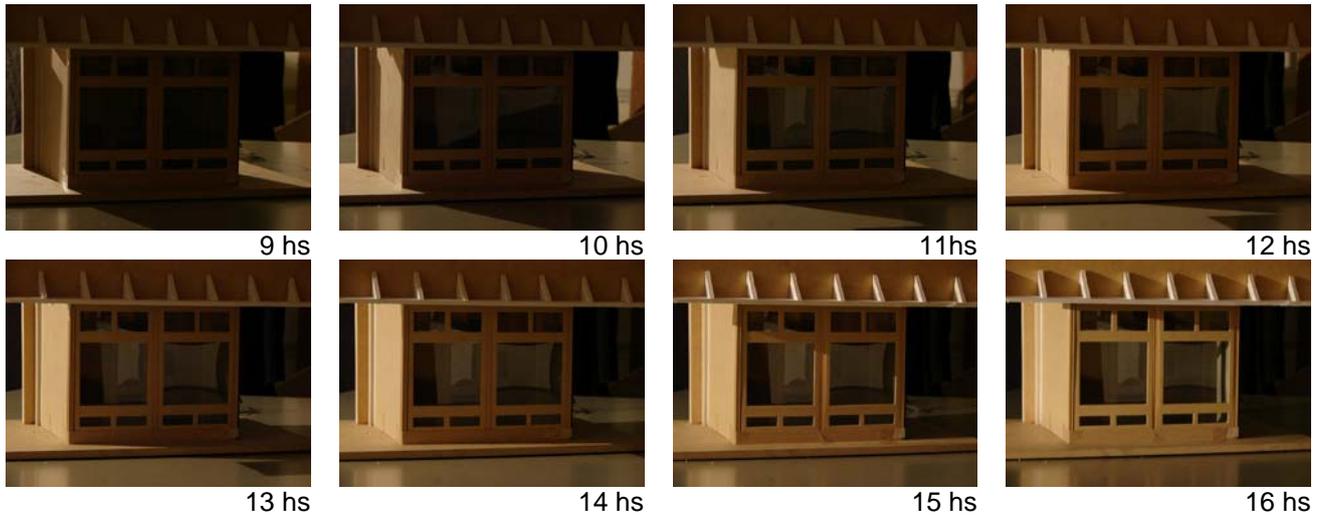


Figura 6.16 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Invierno.

Sobre el módulo SO, en invierno, se reduce la incidencia del sol, aunque en ambos casos no es muy importante ya que la orientación hace que los rayos de sol lleguen con un ángulo de incidencia que no permite una ganancia significativa.

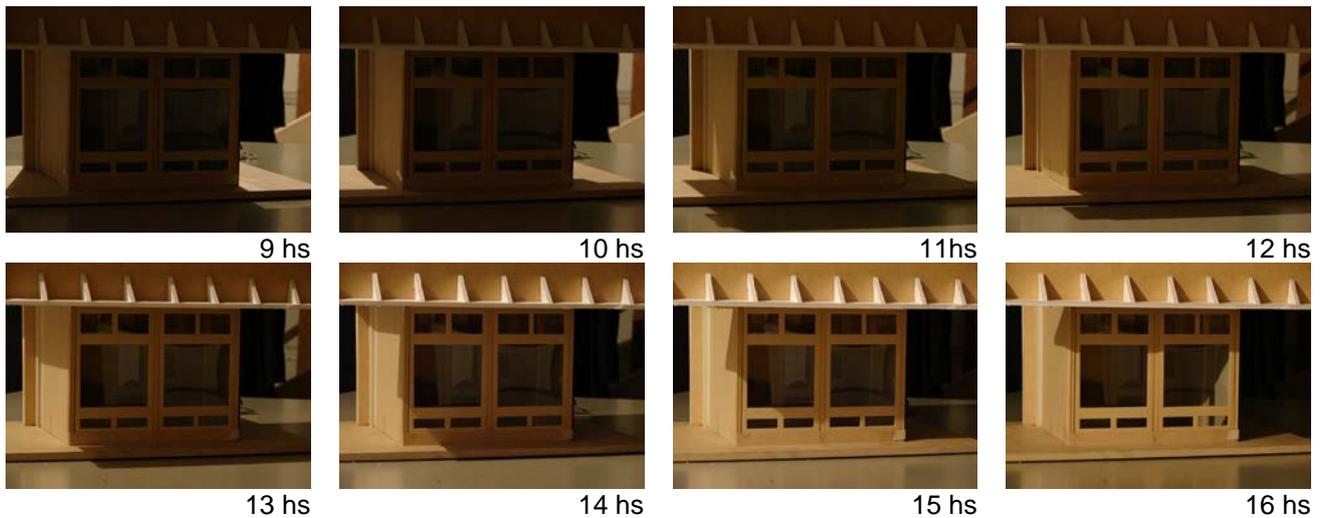


Figura 6.17 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Equinoccio.

La ganancia solar, que se da a última hora de la tarde, con el alero de 60 cm, se reduce en poca proporción, pero agregara protecciones verticales, reducirían demasiado, la poca penetración invernal y en los equinoccios, se debe prever el posible deslumbramiento, que se logra con algún sistema de oscurecimiento o filtro interior. Los mismos beneficios, aunque no significativos se logran durante le verano.

En esta orientación el problema mayor se produce a última hora de la tarde, pudiendo producirse problemas de sobrecalentamiento especialmente en verano y algunos inconvenientes de encandilamiento.

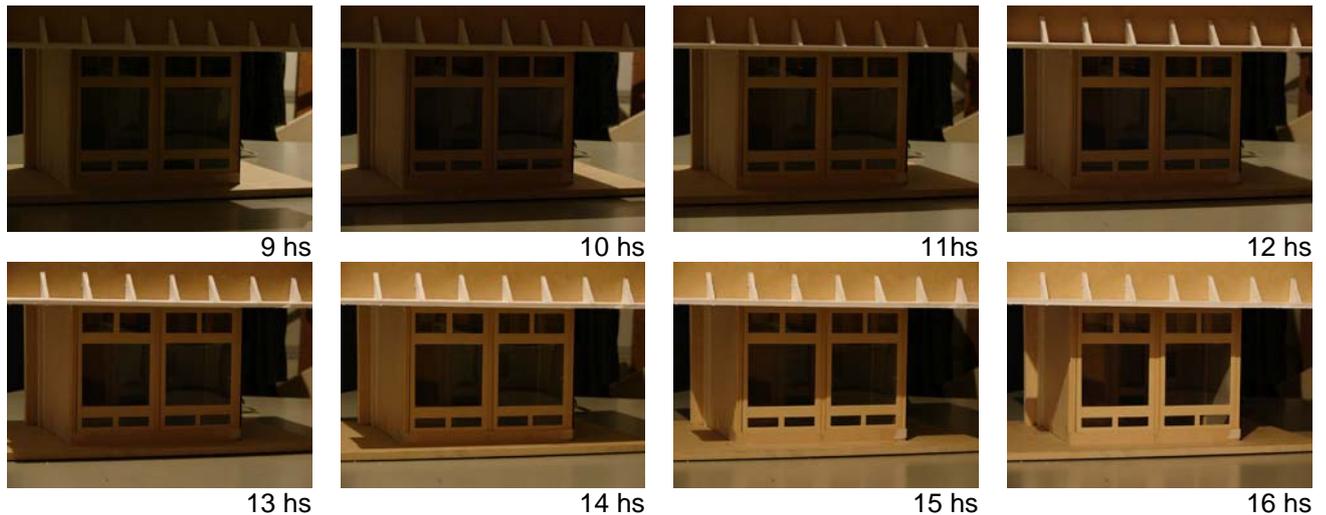


Figura 6.18 Registro fotográfico, en Laboratorio - Módulo con alero orientación SO. Verano.

MEDICIONES EN EL CIELO ARTIFICIAL, DE LAS CONDICIONES LUMÍNICAS NATURALES EN UN DÍA DESFAVORABLE EN EL NUEVO MÓDULO

Para poder hacer comparativas con los registros detallados en el capítulo anterior, se realiza una secuencia, siguiendo las mismas características, principios y aparatología que en el capítulo anterior.

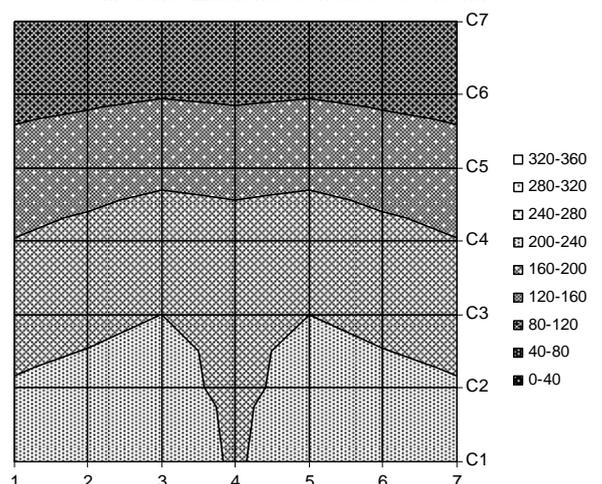
Se detallan a continuación los registros en valores y porcentajes en el módulo modificado con un alero adicional de 40 cm (Figuras 6.19 y 6.20), en estos gráficos se ven reducidos en un porcentaje variable entre un 10% y un 40%, según la ubicación de la medición, de los valores respecto del módulo original.

ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
EXTERIOR: 3530

En lux						
Centro						
			1	2		3
224,8	229,9	235,0	193,4	235,0	229,9	224,8
203,5	210,5	217,5	187,9	217,5	210,5	203,5
182,2	191,1	199,9	182,4	199,9	191,1	182,2
160,9	171,7	182,4	176,9	182,4	171,7	160,9
134,9	142,7	150,4	145,9	150,4	142,7	134,9
109,0	113,7	118,4	114,8	118,4	113,7	109,0
83	84,7	86,4	83,8	86,4	84,7	83,0

Figura 6.19
Registros de iluminación natural en módulo con alero de 40 cm.

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (lux)
Módulo Existente con alero de 40 cm



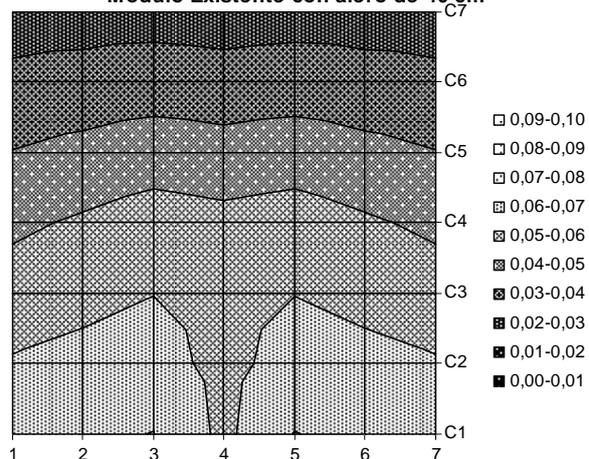
ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
EXTERIOR: 3530

Centro			Porcentaje respecto Iluminación exterior			
			1	2	3	
0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07
0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02

Figura 6.20

Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo con alero de 40 cm

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (%)
Módulo Existente con alero de 40 cm



Se ejecutó el mismo tratamiento en el módulo con el alero de 60 cm (Figuras 6.21 y 6.22), y se ve que los valores se ven aun más reducidos, llegando a porcentajes que varían entre un 10% y un 46% respecto al valor del módulo original.

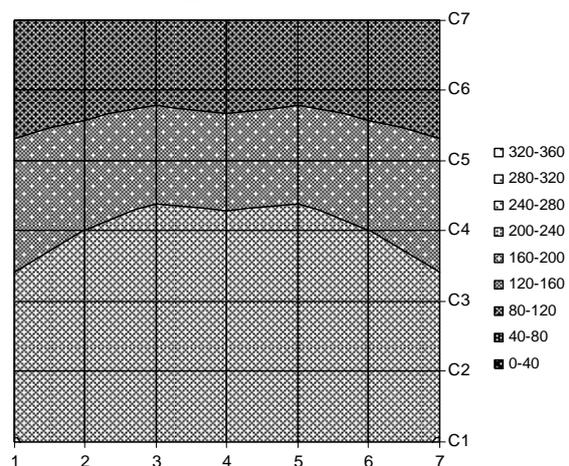
ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
EXTERIOR: 3530

Centro			En lux			
			1	2	3	
200,8	191,7	182,5	164,6	182,5	191,7	200,8
183,8	181,2	178,5	165,8	178,5	181,2	183,8
166,9	170,7	174,5	167,1	174,5	170,7	166,9
149,9	160,2	170,5	168,3	170,5	160,2	149,9
126,9	134,5	142,0	139,3	142,0	134,5	126,9
103,8	108,7	113,6	110,2	113,6	108,7	103,8
80,8	83,0	85,1	81,2	85,1	83,0	80,8

Figura 6.21

Registros de iluminación natural en módulo con alero de 60 cm.

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (lux)
Módulo Existente con alero de 60 cm



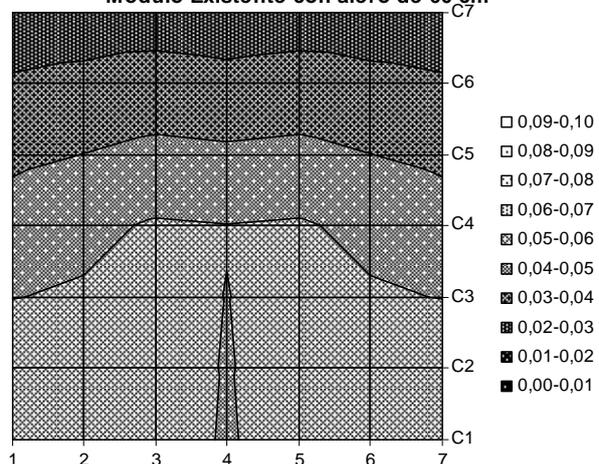
ILUMINACION NATURAL - DIA NUBLADO
EXTERIOR: 3530

Centro			Porcentaje respecto Iluminación exterior			
			1	2	3	
0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02

Figura 6.22

Porcentaje de iluminación natural respecto a la disponibilidad exterior en módulo con alero de 60 cm.

ILUMINACION NATURAL CIELO NUBLADO - (%)
Módulo Existente con alero de 60 cm



A pesar de la reducción de valores y porcentajes de iluminación natural, los valores obtenidos en el caso más desfavorable, es de un 2% de la disponibilidad sobre el valor exterior medido en el techo de la maqueta, que es el valor mínimo exigido según la normativa vigente.

CÁLCULO DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO MEDIANTE EL PROGRAMA QUICK.

Respecto al comportamiento térmico del módulo, se modificaron los datos en el programa Quick según la nueva geometría, para realizar nuevas simulaciones por computadora. Los datos resultantes se trasladaron a una planilla de cálculo para realizar las gráficas correspondientes que faciliten la comparativa entre el módulo original y el nuevo modificado. Los valores obtenidos en la simulación se encuentran graficadas en las Figuras 6.23 a 6.25 según los datos transcritos en las páginas B-11 a B-13 del anexo B

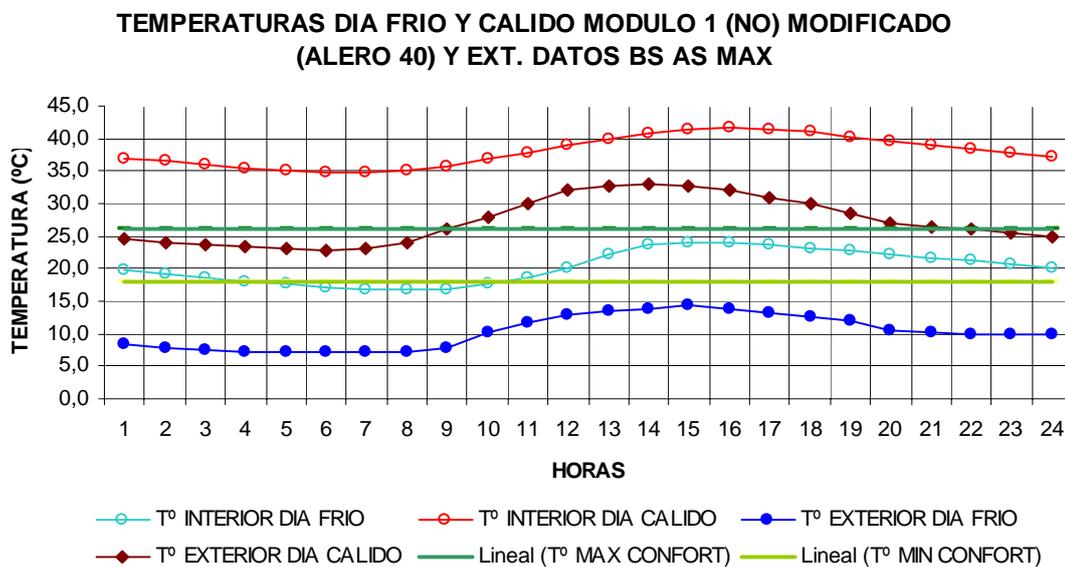


Figura 6.23 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

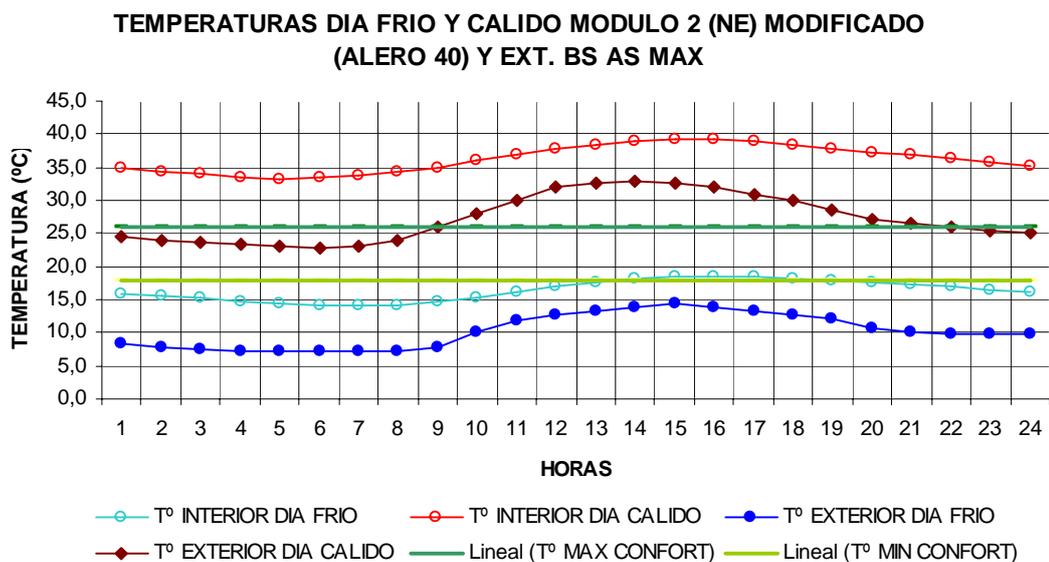


Figura 6.24 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

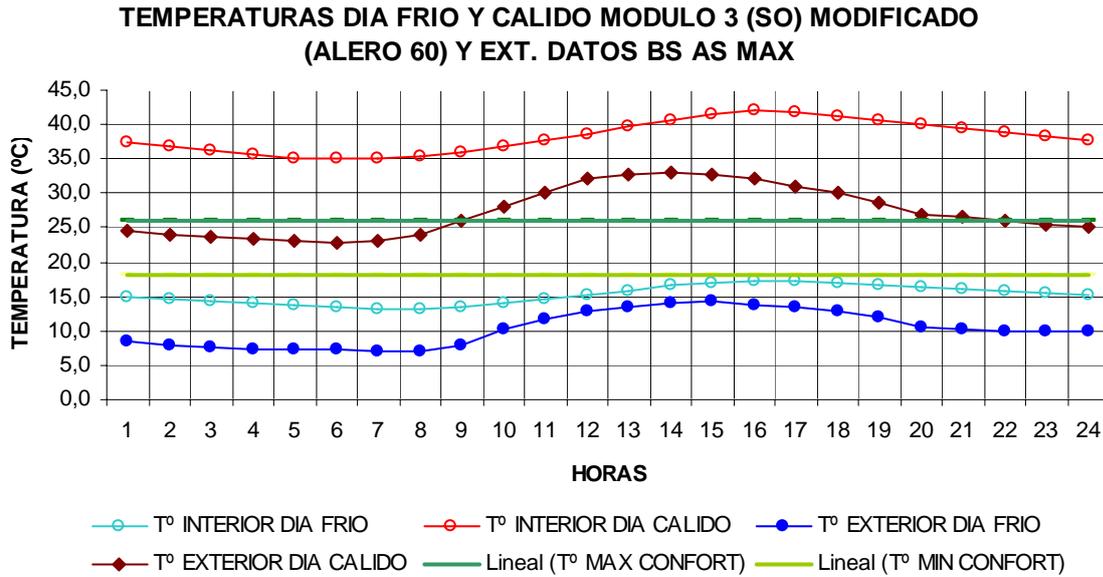


Figura 6.25 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

OTROS ESTUDIOS COMPARATIVOS MEDIANTE EL USO DEL PROGRAMA QUICK

Debido a la pequeña variación en el comportamiento entre los módulos originales y modificados, supuestamente debido a la existencia de un alero de 98 cm en el original, se realizó una simulación con un módulo sin alero para verificar el comportamiento en ese caso y los resultados están detallados en la Figura 6.26 a 6.28 con los datos detallados en las paginas B-14 a B-16 del anexo B

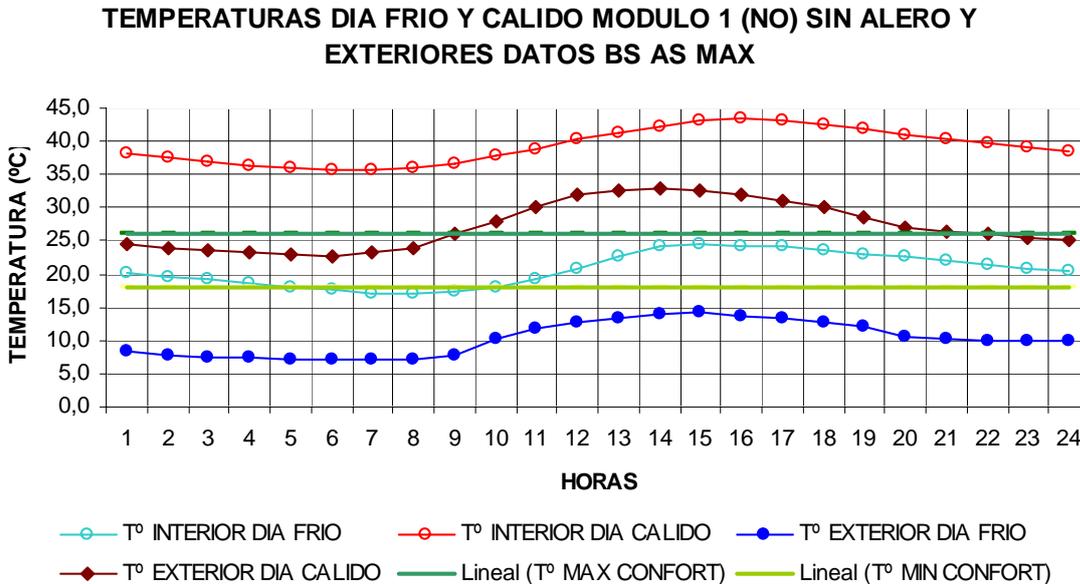


Figura 6.26 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 2 (NE) SIN ALERO Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX

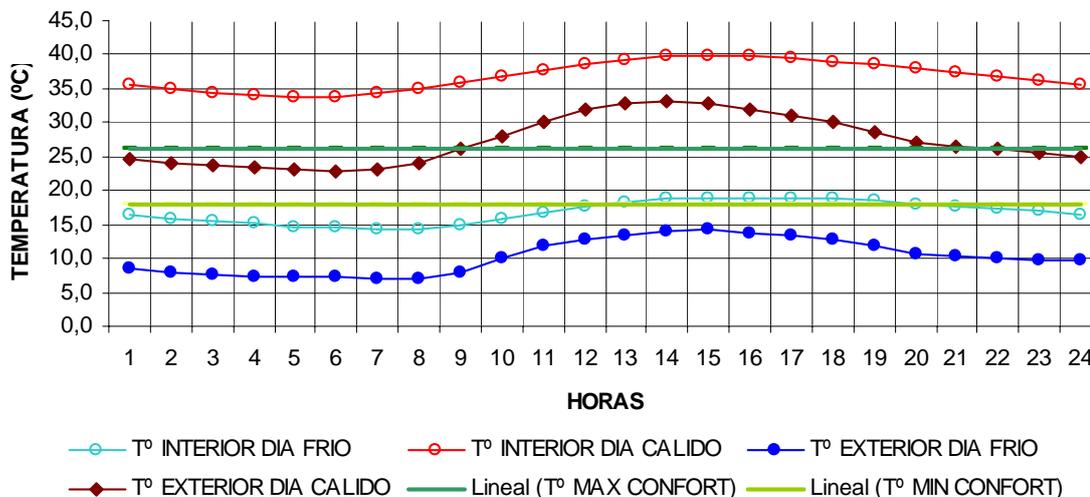


Figura 6.27 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 3 (SO) SIN ALERO Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX

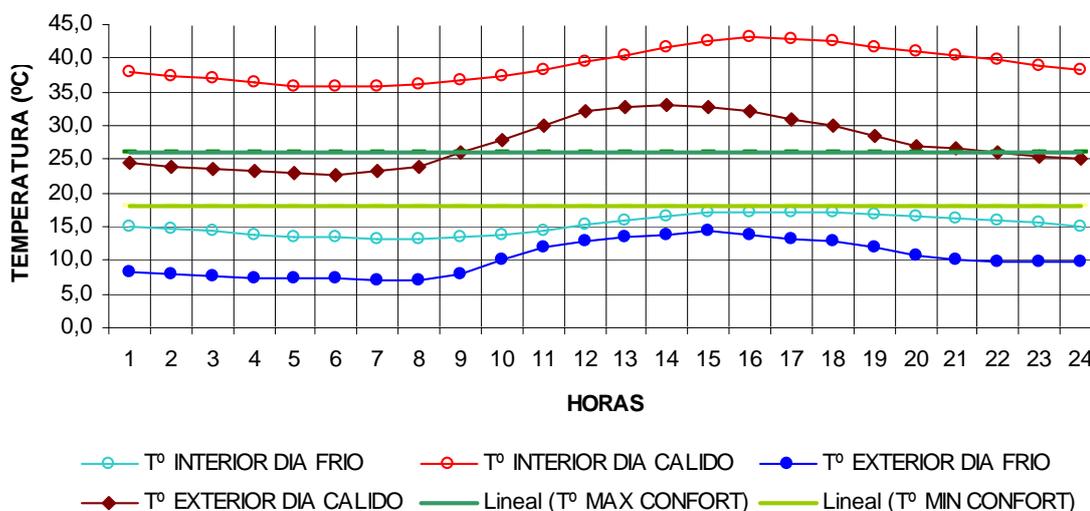


Figura 6.28 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 original sin alero para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

También a fin de analizar el comportamiento de la envolvente, se reemplazo para el módulo modificado la transmitancia del cerramiento exterior, variándolo de 75% a un 25%

Esto permitirá comparar los resultados detallados en las páginas B-17 a B-19 del anexo B y calcular el aporte de este recurso en el resultado de las simulaciones. (Figuras 6.29 a 6.31)

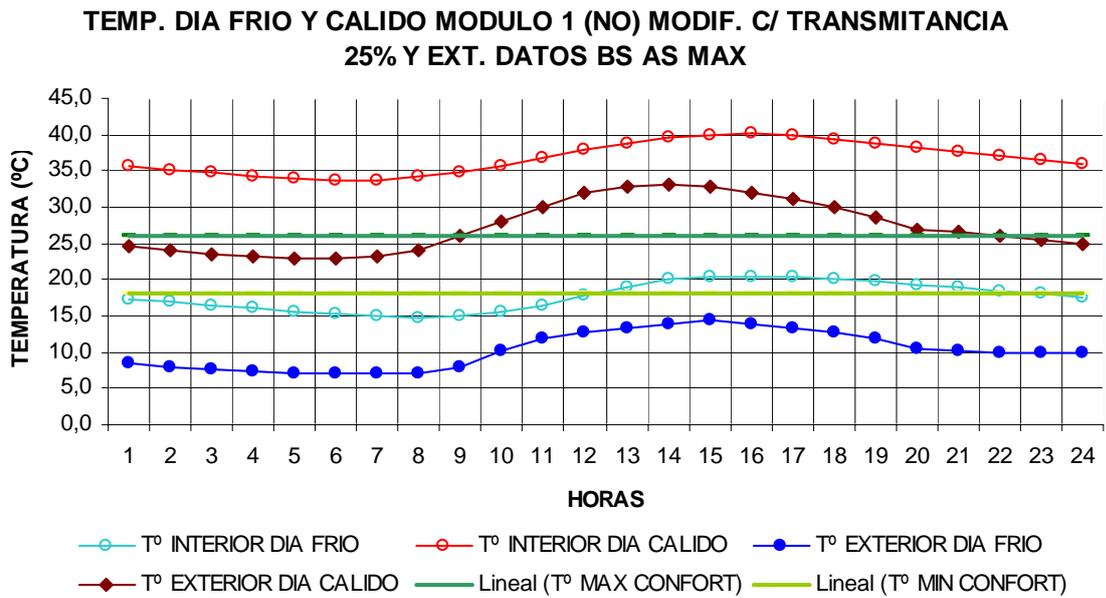


Figura 6.29 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

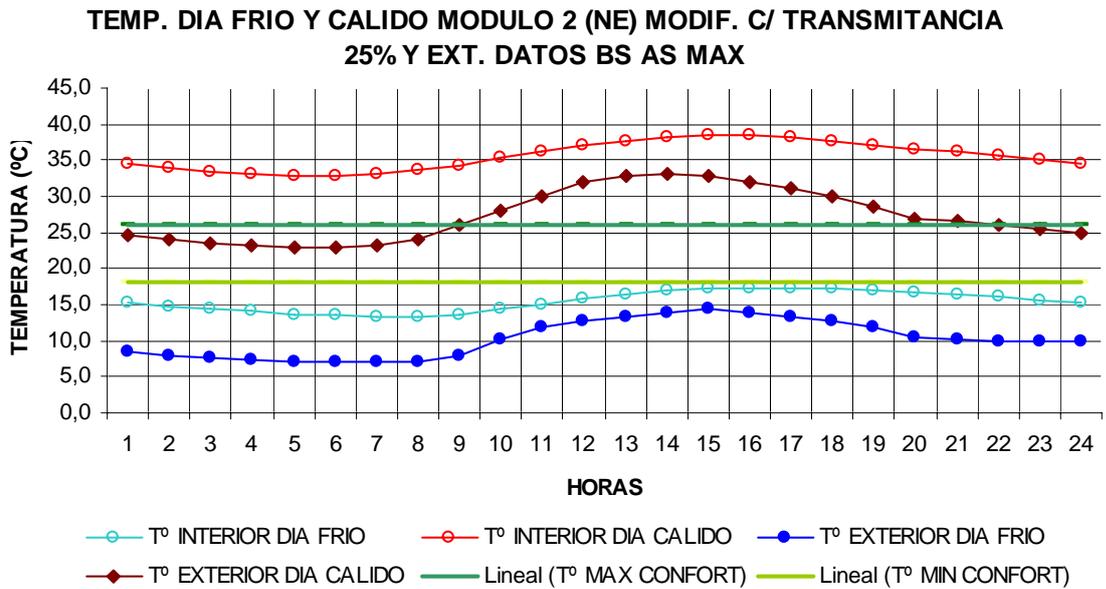


Figura 6.30 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 2 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

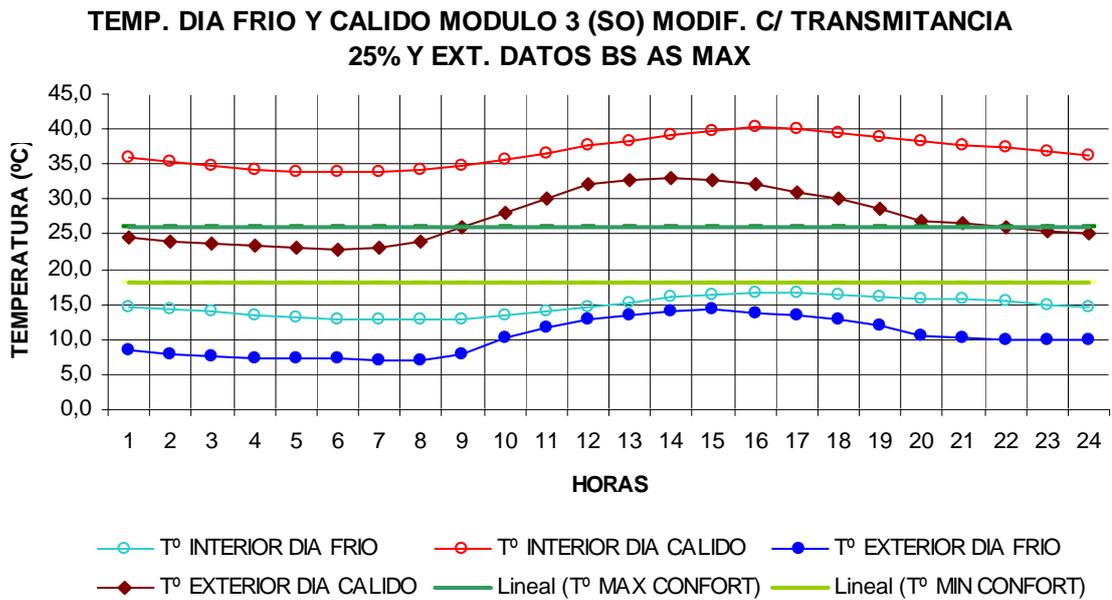


Figura 6.31 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 3 modificado con cerramiento de 25% de transmitancia, para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

Otro factor importante a tener en cuenta es la ventilación, para ello se comparará el módulo 1 modificado con el mismo aplicando ventilación diurna y nocturna, según los resultados de las paginas B-20 y B-21 del anexo B. (Figuras 6.32 y 6.33)

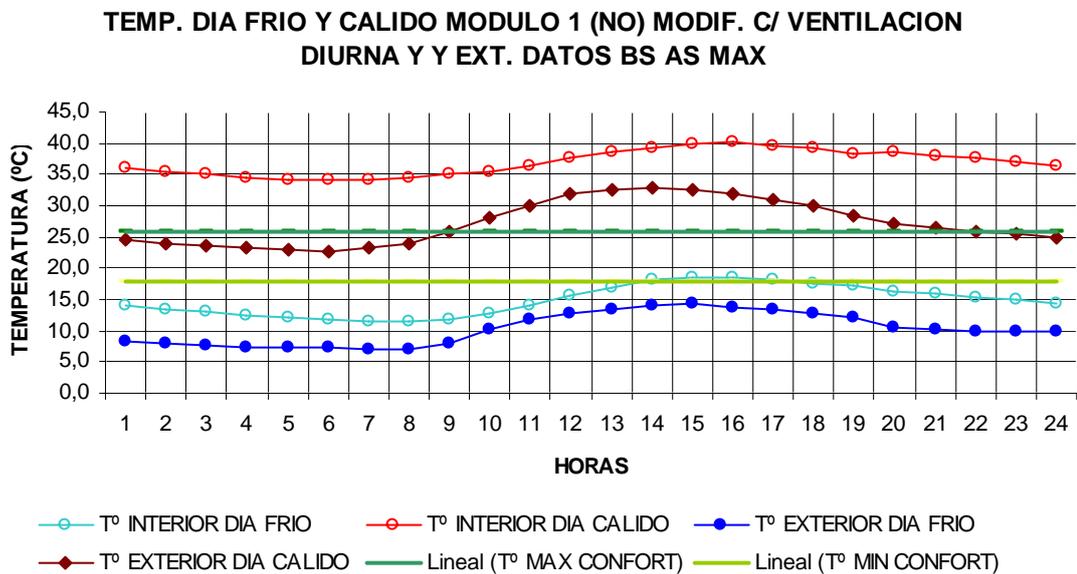


Figura 6.32 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado ventilación diurna para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

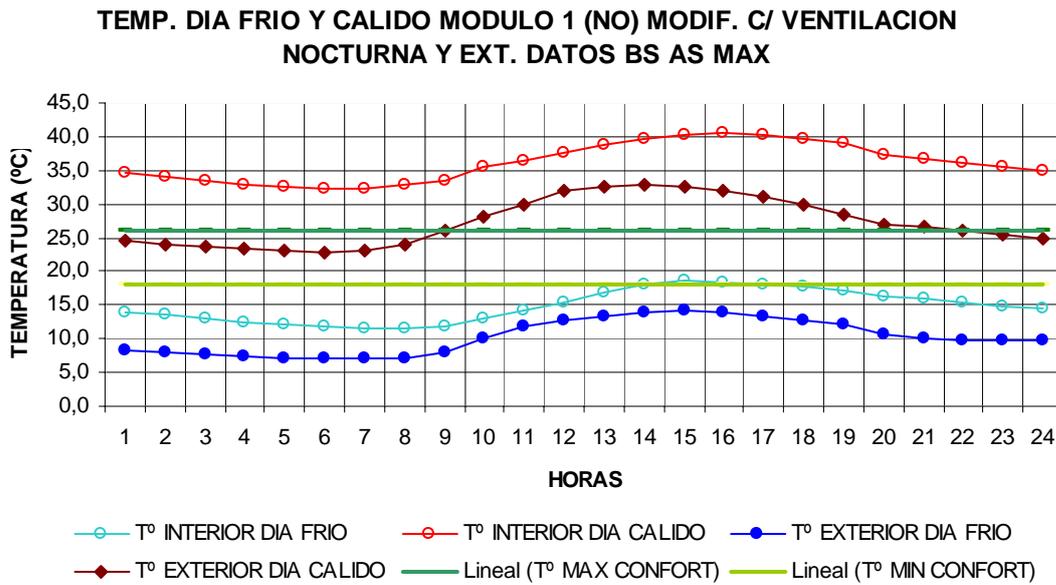


Figura 6.33 Datos de temperatura exterior e interior en el módulo 1 modificado ventilación nocturna para día frío y cálido con los resultados obtenidos con el programa Quick.

CALCULO DE RADIACION SOBRE SUPERFICIES FACTIBLES DE UTILIZAR CON FOTOVOLTAICOS

Para el cálculo de la radiación en cada posible ubicación de fotovoltaicos, se realizaron los cálculos de radiación disponible con el programa ISOL [CIHE, 2005] y los resultados se encuentran detallados para el Módulo 1 con orientación Noroeste 1 en las Figuras 6.34 a 6.36.

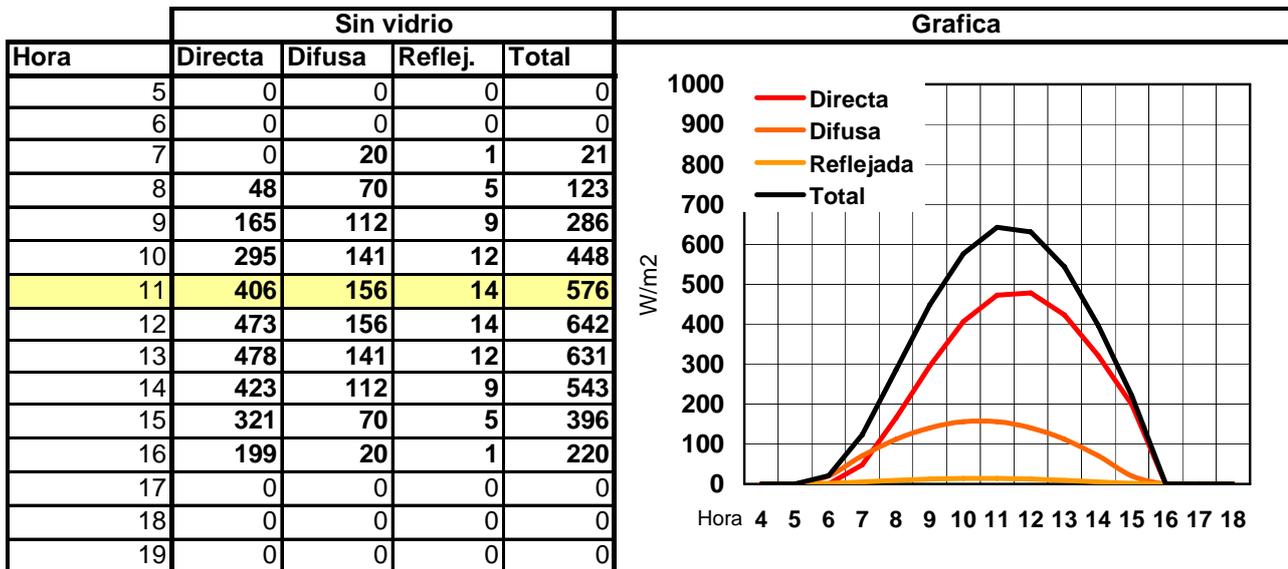


Figura 6.34 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 1, Invierno Noroeste.

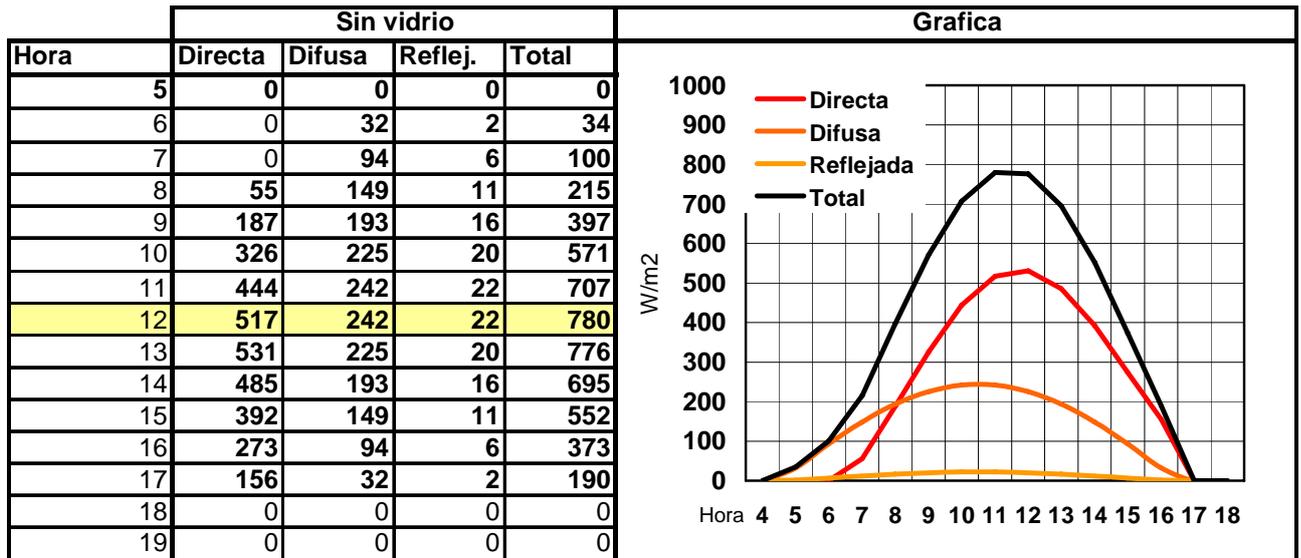


Figura 6.35 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 1, Equinoccio Noroeste.

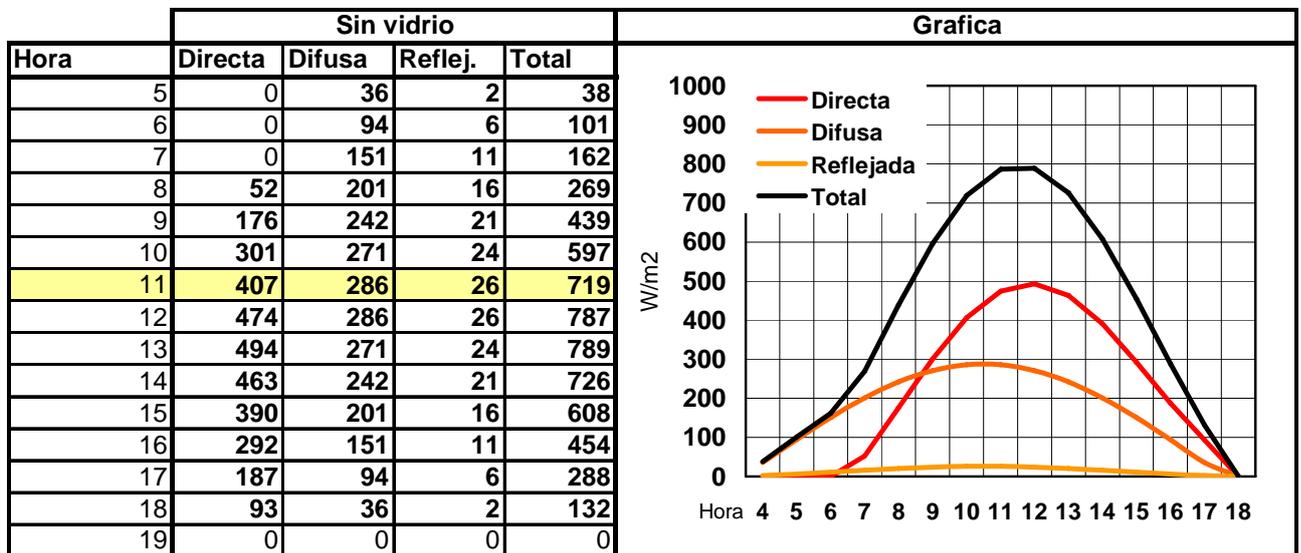


Figura 6.36 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 1, Verano Noroeste.

El resumen de los datos para esta orientación, permitirá calcular el aprovechamiento de para generar energía eléctrica a través de fotovoltaicos (Figura 6.37).

Valor diario	RESUMEN MODULO 1 - NOROESTE											
	INVIERNO				EQUINOCCIO				VERANO			
	Directa	Difusa	Reflej.	Total	Directa	Difusa	Reflej.	Total	Directa	Difusa	Reflej.	Total
Día: W/m2	117	42	3	162	140	78	6	225	139	107	9	254
Día Kwhr/m2	2,81	1,00	0,08	3,89	3,37	1,87	0,15	5,39	3,33	2,56	0,21	6,11
Día: GJ/m2	10,1	3,6	0,3	14,0	12,1	6,7	0,6	19,4	12,0	9,2	0,8	22,0
Max W/m2	478	156	14	642	531	242	22	780	494	286	26	789

Figura 6.37 Tabla resumen de radiación diaria Noroeste y Noreste.

Para el módulo 2 los valores obtenidos se encuentran detallados en las Figuras 6.38 a 6.40. Cambia la disponibilidad de radiación durante el día pero el resumen final diario coincide con los indicados para la orientación Noroeste (Figura 6.37)

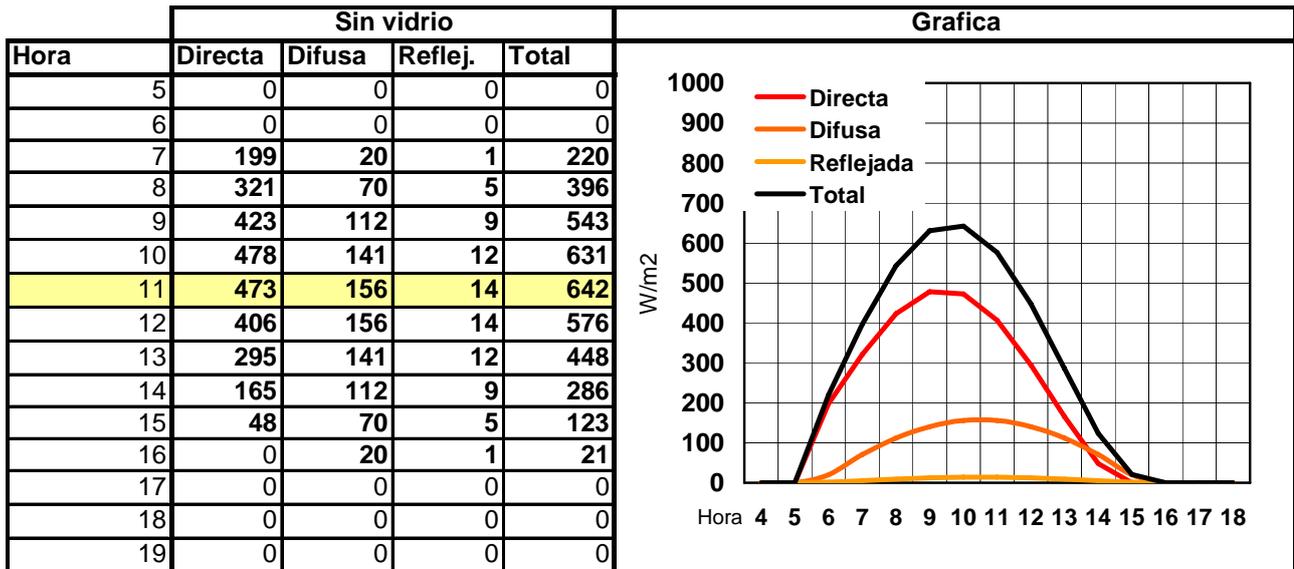


Figura 6.38 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Invierno Noreste.

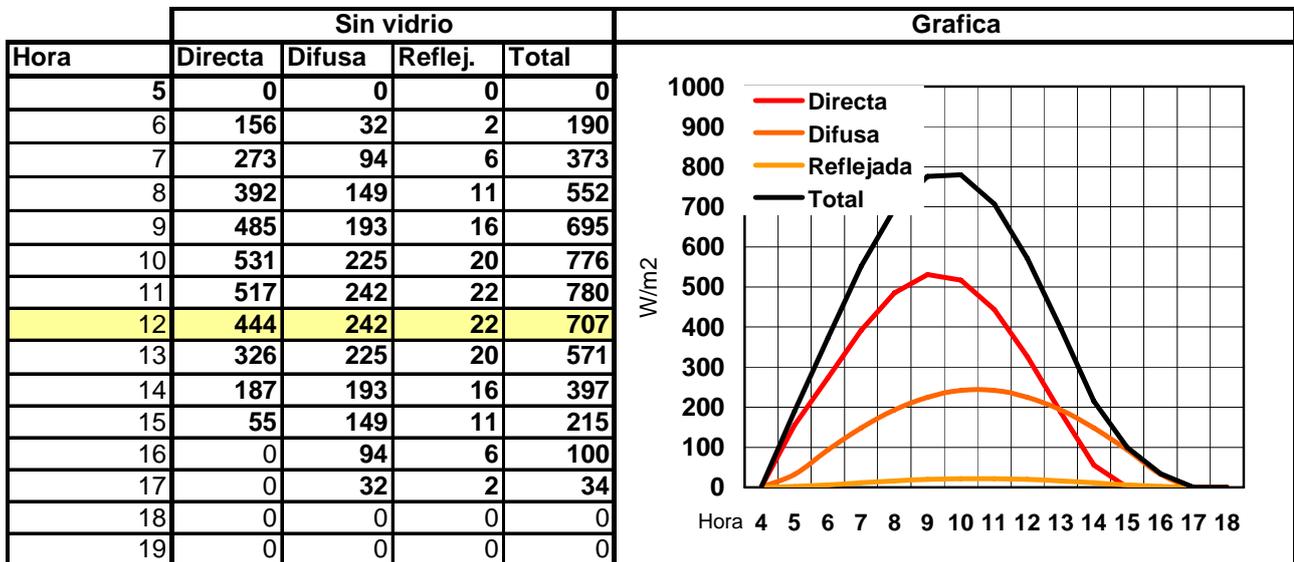


Figura 6.39 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Equinoccio Noreste.

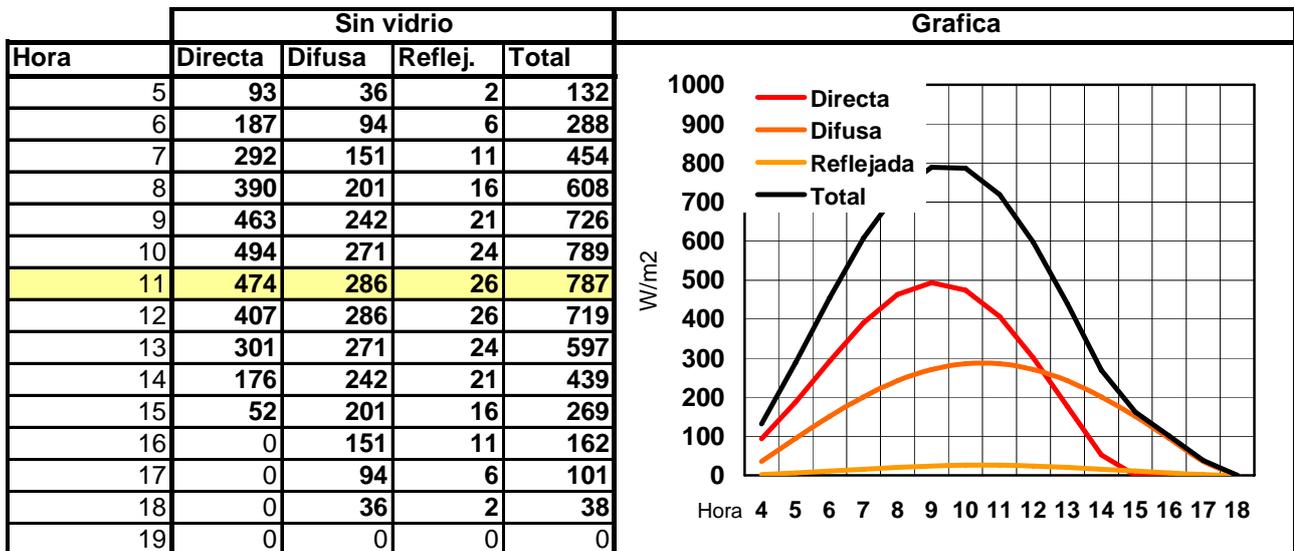


Figura 6.40 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Verano Noreste.

El módulo 3, tiene valores de radiación inferiores, especialmente en el resumen diario. A pesar de que no serán significativos, se calculará la generación posible para esa orientación, ya que es necesaria la colocación de protección adicional y hay una superficie disponible para colocar los sistemas de generación.

Los valores obtenidos se encuentran indicados en las tablas y gráficas de las Figuras 6.41 a 6.43., y el resumen diario de la radiación recibida en el plano inclinado a 45° en esta orientación está indicado en la Figura 6.44

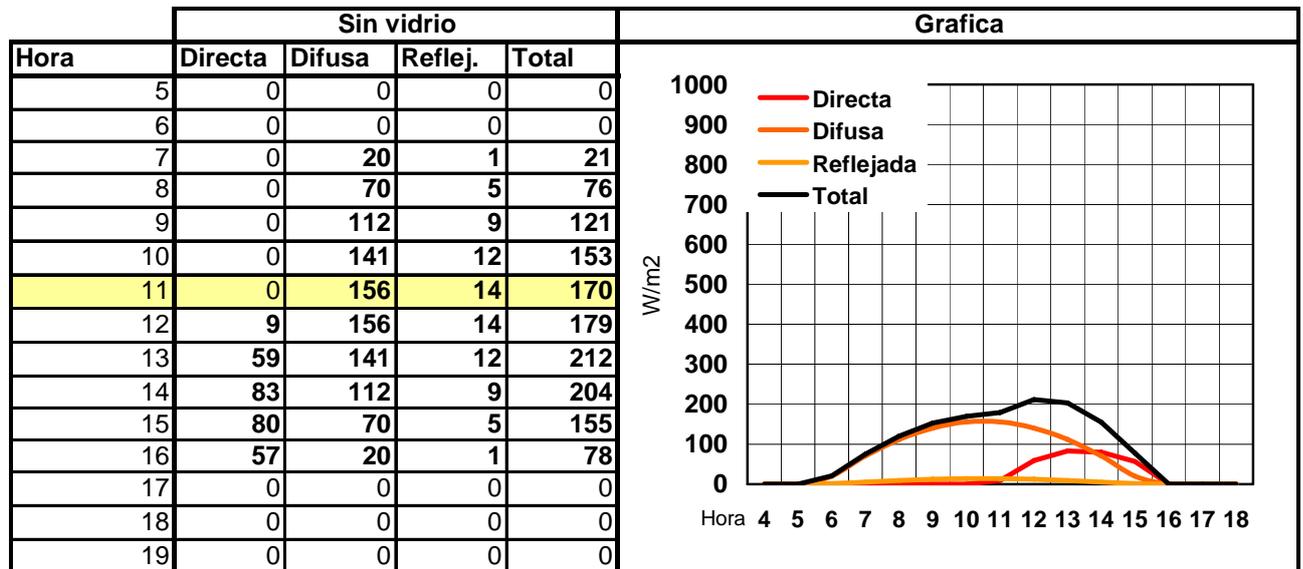


Figura 6.41 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Invierno Suroeste.

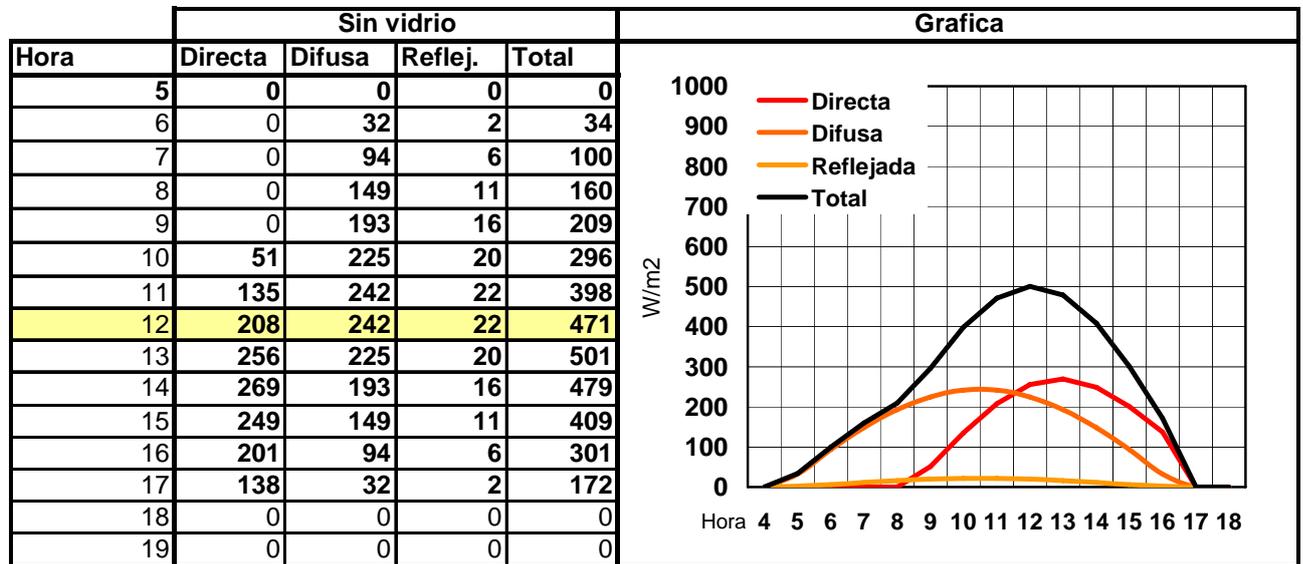


Figura 6.42 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Equinoccio Suroeste.

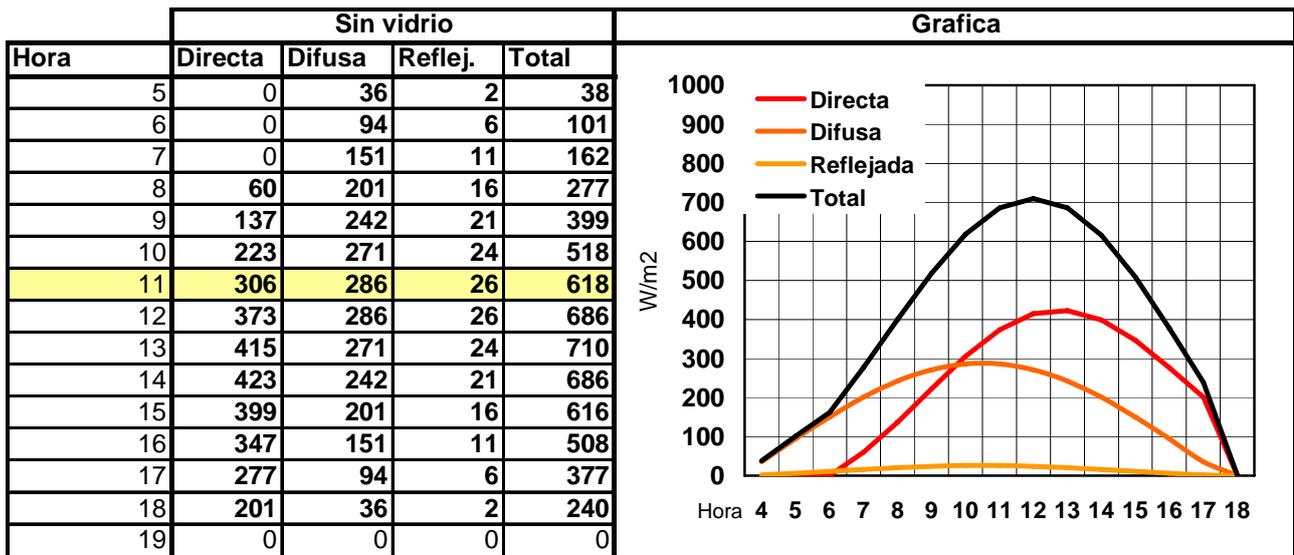


Figura 6.43 Tabla y gráfico, radiación sobre plano a 45°, módulo 2, Verano Suroeste.

Valor diario	RESUMEN MODULO 3 - SUROESTE											
	INVIERNO				EQUINOCCIO				VERANO			
	Directa	Difusa	Reflej.	Total	Directa	Difusa	Reflej.	Total	Directa	Difusa	Reflej.	Total
Día: W/m2	12	42	3	57	63	78	6	147	132	107	9	247
Día Kwhr/m2	0,29	1,00	0,08	1,37	1,51	1,87	0,15	3,53	3,16	2,56	0,21	5,94
Día: GJ/m2	1,0	3,6	0,3	4,9	5,4	6,7	0,6	12,7	11,4	9,2	0,8	21,4
Max W/m2	83	156	14	212	269	242	22	501	423	286	26	710

Figura 6.44 Tabla resumen de radiación diaria Suroeste.

En la orientación Sureste la radiación que se recibe, es similar en distintas horas a la Suroeste, con mayor intensidad durante la mañana, y viendo que, a pesar de ser igual en términos diarios a la Suroeste, como se decidió que no era necesario colocar protección adicional y los valores que puedan obtenerse son bajos se descartó la posibilidad de obtener energía en esa orientación.

Existe un Atlas Solar de la República Argentina con los datos de radiación promedio para cada mes del año [Grossi Gallegos - Righini, 2008] (Figura 6.45).

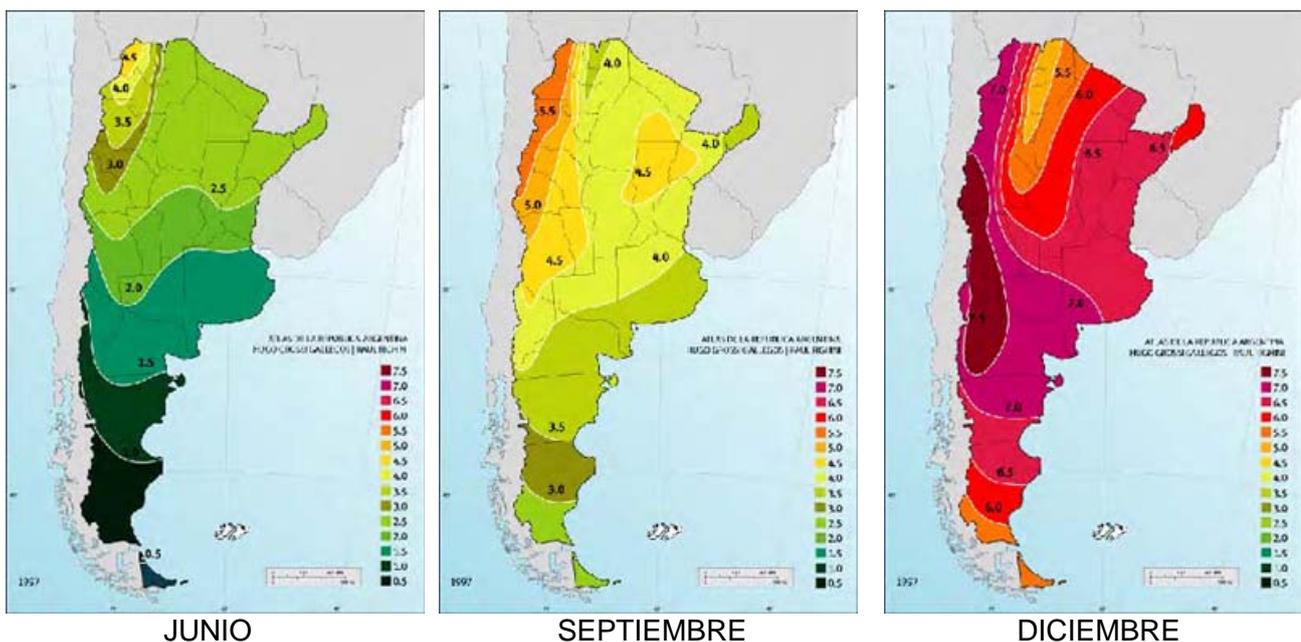


Figura 6.45 Imágenes del Atlas Solar de la República Argentina

CALCULOS DE RENDIMIENTO DE LOS FOTOVOLTAICOS

Se calculó la superficie disponible para colocar fotovoltaicos en los nuevos aleros de cada módulo y en cada orientación. Estos valores y los datos de radiación obtenidos en el punto anterior, permitirán establecer el aporte de energía en cada época del año en cada módulo en estudio y allí evaluar la factibilidad de su aplicación en este estudio.

La superficie disponible para fotovoltaicos en los módulos NE y NO con el alero de 40 cm es de 2.00 m² y en el módulo 3 de orientación SO con el alero de 0.60 es de 3.00 m²

Se estima para la instalación en este caso un sistema urbano o sin acumulación, vinculado a la red (Grid Connected Systems - GCS), de este modo se elimina el uso de baterías ya que este punto dentro del sistema es el que genera más polémica por la contaminación de ese componente, siendo además un sistema de máxima eficiencia durante el año y mínimo mantenimiento.

La instalación consta de los módulos fotovoltaicos, un inversor de corriente que transforma la corriente continua, en alterna de 220 V/ 50 Hz, la instalación de cargas y consumos y un switch de interrupción cuando se utilice la red o el sistema, complementándose así con la red en forma automática y optimizada (Figura 6.46).

En Argentina, no existe legislación para exportar la energía producida como generador solar independiente como en otros países del mundo. La implementación de estos sistemas localmente obliga a consumir la electricidad solar en el mismo edificio

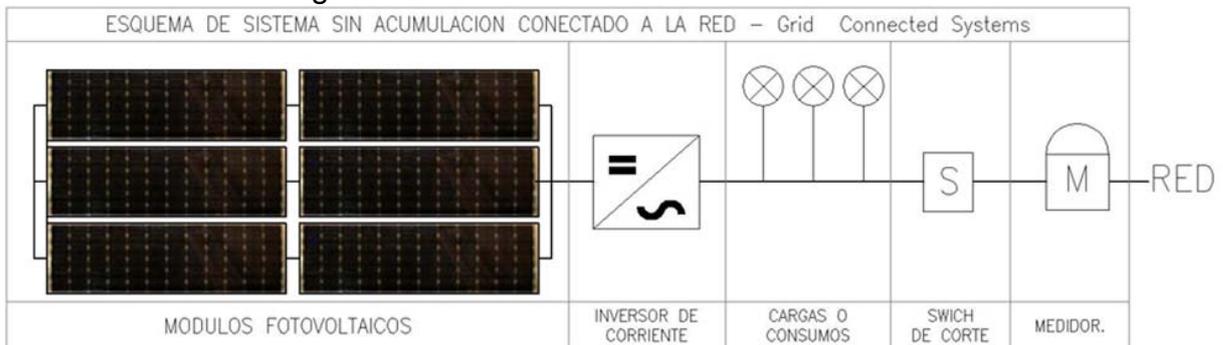


Figura 6.46 Esquema de sistema fotovoltaico sin acumulación conectado a red, Grid Connected System

Un ejemplo de este tipo de instalación y el primer edificio conectado a la red en argentina es el de la Fundación Greenpeace en Buenos Aires (Figura 6.47)



Figura 6.47 Edificio de la Fundación Greenpeace de Buenos Aires Argentina, conectado a la red.

Para el cálculo de energía generada por día, se utilizaron los datos que surgen del Manual de Solartec que dividen al país en 7 regiones solares (Figura 6.48) y una tabla de la energía generada por día, promedio anual e invernial en Wh/m², donde incluye el costo por m² instalado. (Figura 6.49)

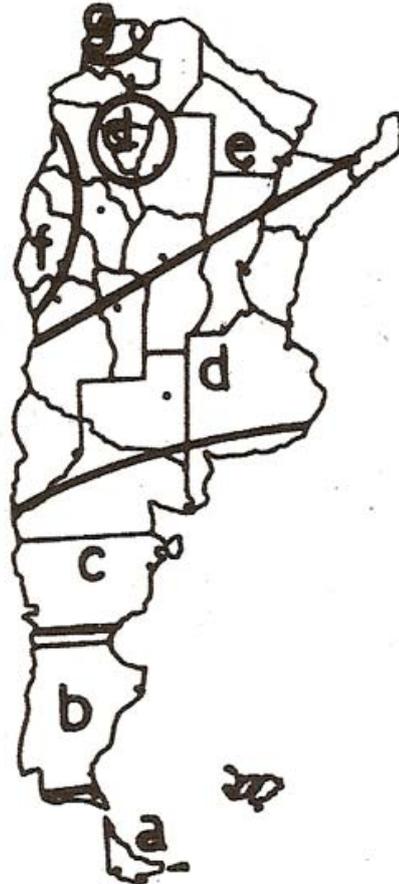


Figura 6.48 Mapa de la República Argentina con la división de regiones solares

	U\$\$ / m ²	Época del año	A	B	C	D	E	F	G
Amorfos	1200	Mes crítico	105	130	165	170	175	190	235
		Promedio anual	115	145	180	190	195	210	260
Policristalinos	1600	Mes crítico	230	285	355	370	385	415	510
		Promedio anual	250	315	395	410	425	455	565
Monocristalinos	1800	Mes crítico	290	360	450	470	490	525	650
		Promedio anual	320	400	500	520	540	580	720

Figura 6.49 Tabla de energía generada por día, promedio anual e invernial en Wh/m² y costo por m² instalado.

Se estimó el consumo del módulo para poder establecer el aporte del sistema fotovoltaico (Figura 6.50)

1 - Demanda - Consumos en los módulos

Aparatos	Potencia (W)	Horas de uso	Cantidad	Subtotal (Wh)
Computadora	180	6	1	1080
Impresora	100	2	1	200
Computadora portatil	35	4	1	140
Iluminación	50	4	4	800
Ventilador	35	4	1	140
Otros	20	2	1	40
Suma de potencias	420	Demanda total diaria		2400

A - Demanda de Energía

Demanda (Wh)	Factor de Seg	Energía generada (Wh/m ²)	Sup. de captación (m ²)
2400	1,15	190	15

Figura 6.50 Tabla de consumos del módulo de estudio.

Para el cálculo, se desarrolló una planilla y los resultados se muestran en las Figuras 6.51 y 6.52. Estas planillas permiten calcular la energía generada y el costo de instalación fotovoltaica y compararlo con el costo de la energía tradicional disponible en el edificio, a fin de evaluar su factibilidad y tiempo de recupero.

A. Lugar de emplazamiento del sistema

Modulo 1 y 2 - Orientación NO y NE - Alero de 40 cm

B. Superficie de captación

Sup. captación	Tecnología	Energía Generada Wh/ m2	Factor de seguridad	Suministro posible
2,00 m2	P Policristalinos	410	15%	61,50
				881,50

C. Potencia del Inversor de corriente

Suministro posible	Factor de simultaneidad	Potencia del inversor
881,50	0,90	793,35

D. Costo de los componentes

Elementos	Datos Calculados		Precio unitario	Subtotal
Panel fotovoltaicos	m2	2,00	u\$/m2 1600	3200,00
Inversor de corriente	W	793,35	u\$/W (0,6) 0,6	476,01
Costo de los componentes de la instalación (u\$)				3676,01

E. Precio total de la instalación fotovoltaica

Costo de componentes	Otros gastos	Precio total de la instalación fotovoltaica
u\$ 3676,01	(+5%) u\$ 183,80	3859,81

F. Costo de la energía generada en el edificio

Energía generada por el sistema Wh/m2	Costo fijo diario	Costo de la energía tradicional		Precio dólar	Costo energía en u\$	Costo total sin subsidio u\$
881,50	0,08	x KWh	0,277	3,80	0,07279564	92,11073411
Energía generada por el sistema Wh/m2	Costo fijo diario	Costo de la energía tradicional		Precio dólar	Costo energía en u\$	Costo total con subsidio u\$
881,50	0,08	x KWh	0,105	3,80	0,02763538	52,30196771

G. Costos de la energía

Cargo fijo diario sin subsidio	0,077	
Cargo variable sin subsidio (\$/KWh)	0,216	0,216
Contribucion municipal	6,42%	0,014
Contribución provincial	0,64%	0,001
IVA	21%	0,045
costo total por KWH		0,277

Cargo fijo diario con subsidio	0,077	
Cargo variable con subsidio (\$/KWh)	0,082	0,082
Contribucion municipal	6,42%	0,005
Contribución provincial	0,64%	0,001
IVA	21%	0,017
costo total por KWH		0,105

H. Tiempo de recupero

Instalación	3859,81
Energía s/subsidio	92,11
Energía c/subsidio	52,30

Años recupero s/subsidio Inst/costo energía anual	42
--	----

Años recupero c/subsidio Inst/costo energía anual	74
--	----

Planilla de cálculo
2009 - Claudio Delbene

Figura 6.51 Tabla de generación para módulo de 2 m2 (alero de 40 cm).

A. Lugar de emplazamiento del sistema

Modulo 3 - Orientación SO - Alero de 60 cm

B. Superficie de captación

Sup. captación	Tecnología	Energía Generada Wh/ m2	Factor de seguridad	Suministro posible
3,00 m2	P Policristalinos	410	15%	61,50
				1291,50

C. Potencia del Inversor de corriente

Suministro posible	Factor de simultaneidad	Potencia del inversor
1291,50	0,90	1162,35

D. Costo de los componentes

Elementos	Datos Calculados		Precio unitario		Subtotal
Panel fotovoltaicos	m2	3,00	u\$/m2	1600	4800,00
Inversor de corriente	W	1162,35	u\$/W (0,6)	0,6	697,41
Costo de los componentes de la instalación (u\$)					5497,41

E. Precio total de la instalación fotovoltaica

Costo de componentes	Otros gastos	Precio total de la instalación fotovoltaica
u\$ 5497,41	(+5%) u\$ 274,87	5772,28

F. Costo de la energía generada en el edificio

Energía generada por el sistema Wh/m2	Costo fijo diario	Costo de la energía tradicional		Precio dólar	Costo energía en u\$	Costo total sin subsidio u\$
1291,50	0,08	x KWh	0,277	3,80	0,07279564	121,9569457
Energía generada por el sistema Wh/m2	Costo fijo diario	Costo de la energía tradicional		Precio dólar	Costo energía en u\$	Costo total con subsidio u\$
1291,50	0,08	x KWh	0,105	3,80	0,02763538	63,63247394

G. Costos de la energía

Cargo fijo diario sin subsidio	0,077	
Cargo variable sin subsidio (\$/KWh)	0,216	0,216
Contribucion municipal	6,42%	0,014
Contribución provincial	0,64%	0,001
IVA	21%	0,045
costo total por KWH		0,277

Cargo fijo diario con subsidio	0,077	
Cargo variable con subsidio (\$/KWh)	0,082	0,082
Contribucion municipal	6,42%	0,005
Contribución provincial	0,64%	0,001
IVA	21%	0,017
costo total por KWH		0,105

H. Tiempo de recuperó

Instalación	5772,28
Energía s/subsidio	121,96
Energía c/subsidio	63,63

Años recuperó s/subsidio Inst/costo energía anual	47
---	----

Años recuperó c/subsidio Inst/costo energía anual	91
---	----

Planilla de cálculo
 2009 - Claudio Delbene

Figura 6.52 Tabla de generación para módulo de 2 m2 (alero de 60 cm).

Se puede observar en este análisis que la producción de energía obtenida mediante uso de fotovoltaicos policristalinos, en estos casos alcanza a cubrir un 36.7% en las orientaciones NO y NE y un 56.8% en la SO de la demanda anual de cada módulo.

Para considerar la rentabilidad y recuperó de la inversión entre el sistema de suministro de energía tradicional y el uso de sistema fotovoltaico, se comparó el costo de la instalación en función del costo de la energía generada con el suministro existente.

En este caso cabe destacar, que en Argentina existe un subsidio a las energías tradicionales, y por consiguiente se calculó el recuperó con los valores de energía sin subsidio y subsidiada.

En el caso del modulo con orientación NO y NE el recupero varía entre 42 años sin subsidio y 74 años para la energía subsidiada, y para el módulo con orientación SO, varía entre 47 y 91 años respectivamente.

En el cálculo de estos costos solo se tomaron valores netos, sin considerar, intereses sobre capital, ni inflación en el costo de las energías.

CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos, se realizó un primer análisis lo que permitió optar por una modificación del módulo original. Se ve en los estudios que la incidencia solar varia levemente en las orientaciones reduciendo el impacto del sol sobre las fachadas.

También se pudo determinar, que para la orientación particular de este edificio y su geometría, los aleros verticales y las bandejas de luz no otorgan un beneficio que justifique su utilización, por lo que se decidió no hacer uso de este recurso.

Con los datos originales y los resultados de este capítulo, se analizarán las variaciones y simularán los comportamientos para compararlos y evaluar las mejoras que aporta esta modificación.

En el próximo capítulo, se resumen los estudios comparativos entre el módulo original y distintas variables posibles de implementar para lograr mejoras en el comportamiento térmico y lumínico interior, estimando los beneficios de la aplicación adoptada en cada caso.

También se estimarán las posibilidades de implementación del uso de sistemas de generación de energía fotovoltaica dentro del contexto actual de Argentina en el uso de fuentes renovables.

*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.*

CAPITULO 7 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

INTRODUCCION

En este capítulo se analizarán y compararán los resultados obtenidos entre el capítulo 5, donde se evaluó el comportamiento de los módulos en su estado original y el capítulo 6, donde se realizaron estudios sobre la opción propuesta de modificación del módulo.

Con las mediciones in situ y simulaciones de la situación existente se evaluara, la influencia de las orientaciones en el comportamiento térmico-lumínico y con las simulaciones físicas y virtuales del módulo propuesto, se pudieron obtener valores comparables entre ellos

De los resultados medidos y variables posibles a tener en cuenta se cuantificaron beneficios y mejoras en las condiciones térmicas y lumínicas en el interior del módulo.

COMPARATIVA DE LAS SITUACIONES EXISTENTE Y NUEVA PROPUESTA

SITUACIÓN EXISTENTE

En un primer análisis realizado con mediciones in situ se evaluó la importancia de la orientación en el comportamiento de los módulos con mediciones in situ con registradores de temperaturas HOBO, realizadas y detalladas en el capítulo 5, sección 2.

Considerando que el edificio en estudio es de base rectangular y está rotado con respecto a orientaciones francas, sus caras se encuentran en orientaciones intermedias respecto al norte, siendo las fachadas a estudiar en cada módulo las consideradas en el siguiente resumen

- MODULO 1 - orientación Noroeste (NO)
- MODULO 2 - orientación Noreste (NE)
- MODULO 3 - orientación Suroeste (SO)
- MODULO 4 - orientación Sureste (SE)

También se debe considerar que, en el piso 4 en análisis, el edificio cuenta con un alero de 0.98 m en todo su perímetro, con lo cual cuenta con una protección que puede resultar beneficiosa en algunas orientaciones.

La Figura 7.1 muestra las variaciones de temperatura en el interior de los cuatro módulos y la temperatura exterior durante un periodo de 14 días en primavera, del 16 al 30 de octubre de 2005.

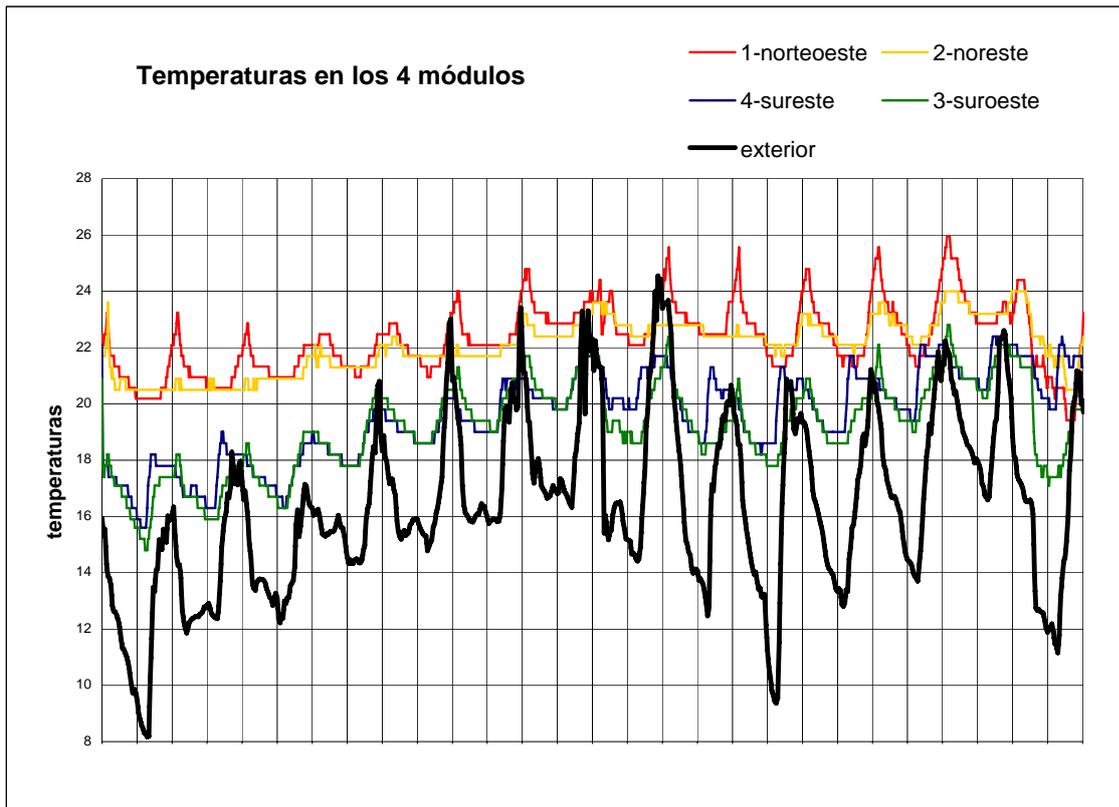


Figura 7.1. Temperaturas interiores de los cuatro módulos con respecto a la temperatura exterior, obtenidos durante 14 días en octubre, 2005.

Se puede ver claramente la diferencia de comportamiento entre los módulos 1 y 2 orientados al NO y NE respectivamente con los módulos 3 y 4 orientados al SO y SE.

Considerando que cada módulo cuenta con pequeñas aberturas de ventilación al exterior y por su disposición en la planta general no pueden tener una ventilación cruzada efectiva que permitiría un refrescamiento en el interior, se puede observar que todos los módulos tienen temperaturas con valores superiores a la temperatura exterior registrada.

De los datos registrados en el mismo período de medición y representados en la Figura 7.1, se tomo el comportamiento de un día típico con temperaturas exteriores mas bajas y mas altas que los valores medios y se pudo observar que un día con bajas temperaturas los registros interiores resultaron mayores que los exteriores y el día de mayor temperatura no sobrepasaron los valores máximos. (Figura 7.2 y 7.3).

Se observa también que la amplitud interior es considerablemente menor que la exterior, lo que debe atribuirse a la inercia térmica propia del edificio en estudio, aunque no hay un desfase importante en tiempo, debido a la materialización de la fachada con amplias superficies vidriadas. Con bajas temperaturas la diferencia entre el pico interior respecto al pico exterior es aproximadamente 2 horas, mientras en el día de alta temperatura, el desfase alcanza aproximadamente 4 horas.

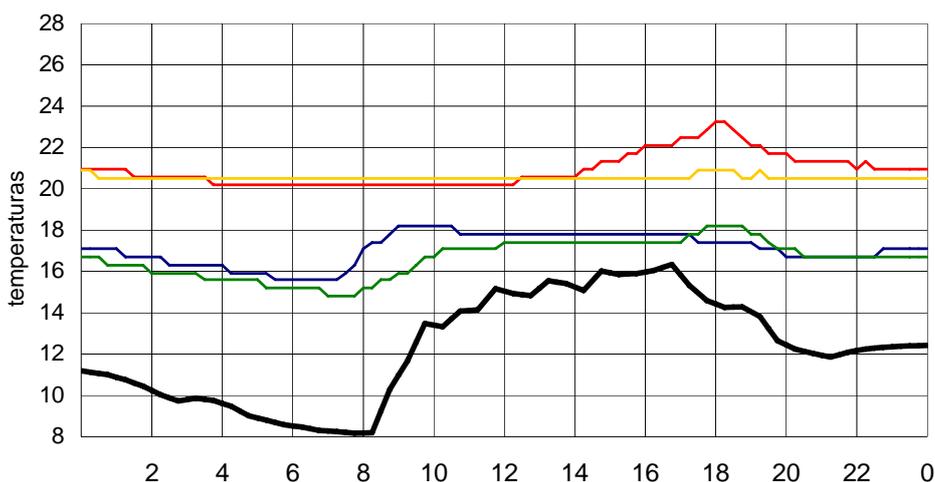


Figura 7.2 Datos registrados cada 15' en un día típico con baja temperaturas.

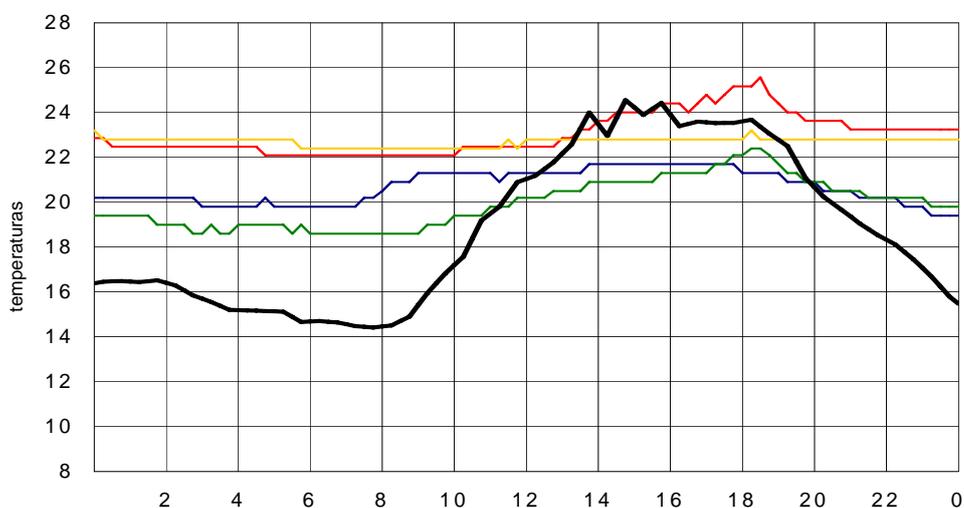


Figura 7.3 Datos registrados cada 15' en un día típico de alta temperatura.

Los resultados demuestran claramente como las temperaturas interiores varían según la orientación de la fachada exterior del módulo, acentuándose las temperaturas más altas en el módulo con fachada SO, especialmente durante la época estival, y reduciendo esta ganancia durante el equinoccio de primavera. El módulo con fachada SE registra las menores temperaturas durante todas las etapas de medición realizadas hasta el momento.

Adicionalmente, las grandes superficies de vidrio con marcos de aluminio no ofrecen buena eficiencia respecto a su transmitancia y hermeticidad, presentando ventilación insuficiente en verano y exceso de infiltraciones en invierno.

COMPARATIVA DE ESTUDIOS DE ASOLEAMIENTO

Los estudios realizados para ambos casos, en el Simulador del Movimiento Aparente del Sol (Heliodón) del Laboratorio de Estudios Bioambientales, permiten visualizar y verificar la incidencia del sol en los módulos para compararlos.

De los registros obtenidos se pudieron obtener resultados comparativos respecto del módulo original tales como:

- El módulo NO conserva buen asoleamiento invernal que permite obtener ganancias durante los meses de menor temperatura exterior.
- Durante el equinoccio y verano, el módulo NO recibe algo más de protección solar, especialmente en la época estival donde se registran mayores temperaturas, reduciendo en alguna medida el problema de sobrecalentamiento.
- En el módulo NE, se mantiene el asoleamiento durante las primeras horas de la mañana, con temperaturas menores, especialmente en invierno.
- En verano se logra una protección total de la fachada NO a partir de las 10 hs
- La incidencia sobre la fachada SO no es significativa, en invierno ya que los rayos llegan con un ángulo de incidencia que no permiten ganancia significativa.
- La incidencia al SO sobre el asoleamiento estival, se reduce en poca proporción en las ultimas horas del día, quedando por resolver el posible sobrecalentamiento y deslumbramiento que pudiera producirse con cambios en la materialización de la envolvente.

También se realizó un estudio previo del uso de parasoles verticales y se pudo verificar que en el caso de este edificio, y debido a las orientaciones principales de las fachadas el uso de estos no solo no aportaría protección significativa, sino que reduciría el aprovechamiento del sol en invierno especialmente en la orientación SO.

COMPARATIVA DE ESTUDIOS DE ILUMINACION NATURAL

Analizando los resultados obtenidos en el Cielo Artificial, evaluando las condiciones lumínicas naturales en un día desfavorable, entre el módulo original y el modificado, se observa que, si bien en el módulo modificado los valores son levemente menores, en ningún caso el porcentaje de iluminación respecto a la disponibilidad exterior es menor al 2% exigido por la normativa vigente.

Se observa además en los registros que, respecto de la iluminación natural del módulo original, los valores se ven mas reducidos en porcentajes cerca de las ventanas que hacia el interior. (Figuras 7.4)

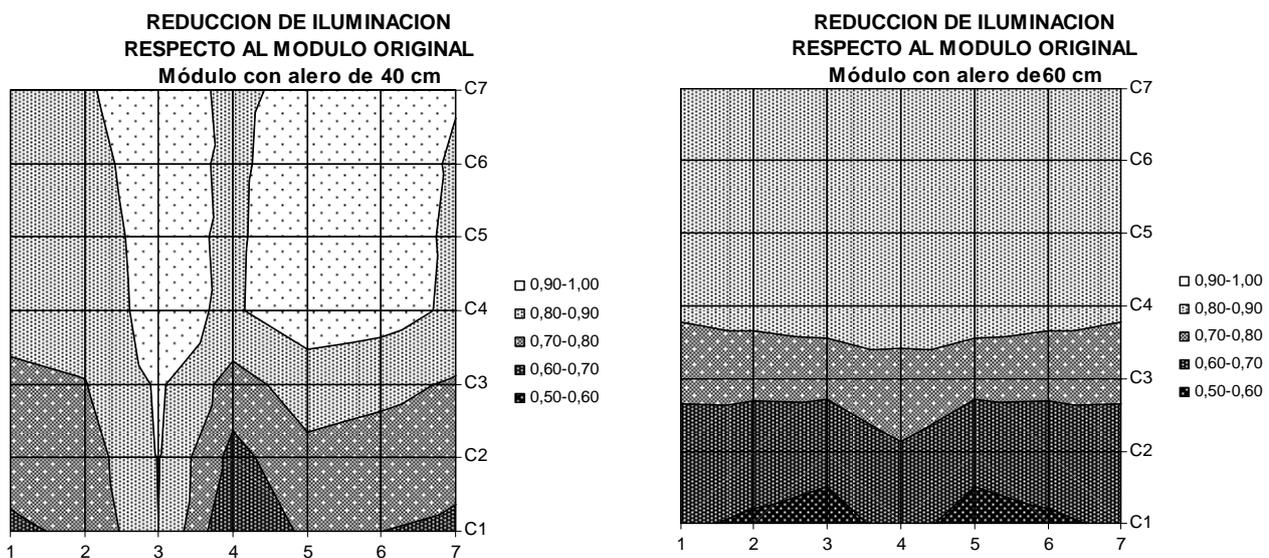


Figura 7.4 Gráficas de porcentajes de reducción de iluminación respecto al módulo original.

COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO TERMICO SIMULADO CON QUICK

Para realizar este análisis, se realizaron las comparativas entre los módulos existentes y los 3 modificados con el agregado de aleros, procesados a través del Programa Quick con los datos de Buenos Aires, considerando un día cálido y uno frío.

TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL Y MODIFICADO

HORA	MODULO 1 (NO)			MODULO 2 (NE)			MODULO 3 (SO)		
	ORIGINAL	MODIFICADO	DIFERENCIA	ORIGINAL	MODIFICADO	DIFERENCIA	ORIGINAL	MODIFICADO	DIFERENCIA
1	37,4	37,0	-0,4	35,1	34,9	-0,2	37,6	37,3	-0,3
2	36,8	36,5	-0,3	34,6	34,4	-0,2	37,0	36,7	-0,3
3	36,2	35,9	-0,3	34,1	33,9	-0,2	36,4	36,1	-0,3
4	35,7	35,4	-0,3	33,6	33,5	-0,1	35,9	35,6	-0,3
5	35,3	35,0	-0,3	33,4	33,3	-0,1	35,5	35,2	-0,3
6	35,1	34,8	-0,3	33,5	33,4	-0,1	35,2	35,0	-0,2
7	35,1	34,9	-0,2	33,9	33,7	-0,2	35,3	35,1	-0,2
8	35,4	35,2	-0,2	34,5	34,3	-0,2	35,6	35,4	-0,2
9	36,1	35,8	-0,3	35,3	35,0	-0,3	36,2	36,0	-0,2
10	37,0	36,8	-0,2	36,2	36,0	-0,2	37,1	36,9	-0,2
11	38,1	37,8	-0,3	37,1	36,9	-0,2	37,9	37,8	-0,1
12	39,3	39,0	-0,3	38,0	37,8	-0,2	38,9	38,7	-0,2
13	40,4	40,0	-0,4	38,6	38,4	-0,2	39,8	39,6	-0,2
14	41,3	40,8	-0,5	39,1	38,9	-0,2	40,8	40,5	-0,3
15	41,9	41,5	-0,4	39,3	39,1	-0,2	41,7	41,4	-0,3
16	42,2	41,8	-0,4	39,2	39,1	-0,1	42,4	42,1	-0,3
17	42,0	41,5	-0,5	38,9	38,8	-0,1	42,2	41,9	-0,3
18	41,4	41,0	-0,4	38,5	38,3	-0,2	41,7	41,3	-0,4
19	40,7	40,3	-0,4	38,0	37,8	-0,2	41,0	40,7	-0,3
20	40,1	39,7	-0,4	37,4	37,2	-0,2	40,3	40,0	-0,3
21	39,5	39,1	-0,4	36,9	36,8	-0,1	39,7	39,4	-0,3
22	38,9	38,5	-0,4	36,4	36,3	-0,1	39,1	38,8	-0,3
23	38,2	37,9	-0,3	35,8	35,7	-0,1	38,4	38,2	-0,2
24	37,6	37,3	-0,3	35,3	35,2	-0,1	37,8	37,6	-0,2
DIFERENCIA PROMEDIO			-0,3			-0,2			-0,3

Figura 7.5
Reducciones de temperatura en el módulo modificado respecto al original.

Los resultados obtenidos respecto al módulo original, no varían de forma significativa (Figura 7.5). Se puede observar en los resultados una pequeña reducción en el comportamiento térmico de los módulos, especialmente debido a que el aporte de los nuevos aleros, influyen poco sobre el alero ya existente de 98 cm que posee el edificio.

Para verificar esto, y el aporte del mismo, se realizó una simulación del módulo sin ningún alero y se verificó que en este caso las diferencias de temperatura son mayores y considerables en el comportamiento térmico interior del módulo, pudiendo la temperatura interior aumentar hasta 1°C, según la orientación. (Figura 7.6)

TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL Y SIN ALERO

HORA	MODULO 1 (NO)			MODULO 2 (NE)			MODULO 3 (SO)		
	ORIGINAL	ORIGINAL SIN ALERO	DIFERENCIA	ORIGINAL	ORIGINAL SIN ALERO	DIFERENCIA	ORIGINAL	ORIGINAL SIN ALERO	DIFERENCIA
1	37,4	38,2	0,8	35,1	35,5	0,4	37,6	38,1	0,5
2	36,8	37,6	0,8	34,6	35,0	0,4	37,0	37,5	0,5
3	36,2	37,0	0,8	34,1	34,4	0,3	36,4	36,9	0,5
4	35,7	36,4	0,7	33,6	34,0	0,4	35,9	36,3	0,4
5	35,3	36,0	0,7	33,4	33,8	0,4	35,5	35,9	0,4
6	35,1	35,8	0,7	33,5	33,9	0,4	35,2	35,7	0,5
7	35,1	35,8	0,7	33,9	34,3	0,4	35,3	35,7	0,4
8	35,4	36,1	0,7	34,5	35,0	0,5	35,6	36,0	0,4
9	36,1	36,7	0,6	35,3	35,9	0,6	36,2	36,6	0,4
10	37,0	37,8	0,8	36,2	36,9	0,7	37,1	37,5	0,4
11	38,1	38,9	0,8	37,1	37,8	0,7	37,9	38,4	0,5
12	39,3	40,2	0,9	38,0	38,7	0,7	38,9	39,4	0,5
13	40,4	41,4	1,0	38,6	39,3	0,7	39,8	40,4	0,6
14	41,3	42,3	1,0	39,1	39,7	0,6	40,8	41,5	0,7
15	41,9	43,0	1,1	39,3	39,9	0,6	41,7	42,5	0,8
16	42,2	43,4	1,2	39,2	39,8	0,6	42,4	43,2	0,8
17	42,0	43,0	1,0	38,9	39,5	0,6	42,2	43,0	0,8
18	41,4	42,4	1,0	38,5	39,0	0,5	41,7	42,4	0,7
19	40,7	41,8	1,1	38,0	38,5	0,5	41,0	41,7	0,7
20	40,1	41,1	1,0	37,4	37,9	0,5	40,3	41,0	0,7
21	39,5	40,4	0,9	36,9	37,4	0,5	39,7	40,4	0,7
22	38,9	39,8	0,9	36,4	36,9	0,5	39,1	39,7	0,6
23	38,2	39,1	0,9	35,8	36,3	0,5	38,4	39,0	0,6
24	37,6	38,4	0,8	35,3	35,7	0,4	37,8	38,4	0,6
DIFERENCIA PROMEDIO			0,9			0,5			0,6

Figura 7.6
 Aumento de temperatura en el módulo original sin alero existente.

Se estudiaron además otras variables posibles, como el cambio de una envolvente que se calculó originalmente con un 75% de transmitancia en el módulo original, por una que posee un 25% de transmitancia como podría ser el logrado con un doble vidrio hermético con capa blanda (soft-coat), un film adhesivo aplicado al vidrio con baja transmisión o un tela plástica parcialmente transparente.

Los resultados obtenidos mejoraron notablemente las condiciones térmicas del módulo al reducir la transmisión de radiación (Figura 7.7). Algunas ventanas de la fachada NO, las más desfavorables en verano, tiene pantallas verticales de tela plástica tensada aplicada al exterior del marco para mejorar la protección solar y reducir la temperatura interior estival.

TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL Y MODIFICADO CON TRANSMITANCIA DEL 25%

HORA	MODULO 1 (NO)			MODULO 2 (NE)			MODULO 3 (SO)		
	ORIGINAL	MODIFICADO CON TRANSMITANCIA DE 25%	DIFERENCIA	ORIGINAL	MODIFICADO CON TRANSMITANCIA DE 25%	DIFERENCIA	ORIGINAL	MODIFICADO CON TRANSMITANCIA DE 25%	DIFERENCIA
1	37,4	35,8	-1,6	35,1	34,4	-0,7	37,6	35,9	-1,7
2	36,8	35,2	-1,6	34,6	33,9	-0,7	37,0	35,3	-1,7
3	36,2	34,7	-1,5	34,1	33,4	-0,7	36,4	34,8	-1,6
4	35,7	34,2	-1,5	33,6	33,0	-0,6	35,9	34,3	-1,6
5	35,3	33,9	-1,4	33,4	32,8	-0,6	35,5	34,0	-1,5
6	35,1	33,7	-1,4	33,5	32,8	-0,7	35,2	33,8	-1,4
7	35,1	33,8	-1,3	33,9	33,1	-0,8	35,3	33,9	-1,4
8	35,4	34,2	-1,2	34,5	33,6	-0,9	35,6	34,2	-1,4
9	36,1	34,8	-1,3	35,3	34,3	-1,0	36,2	34,9	-1,3
10	37,0	35,8	-1,2	36,2	35,3	-0,9	37,1	35,7	-1,4
11	38,1	36,8	-1,3	37,1	36,2	-0,9	37,9	36,6	-1,3
12	39,3	37,8	-1,5	38,0	37,1	-0,9	38,9	37,6	-1,3
13	40,4	38,7	-1,7	38,6	37,7	-0,9	39,8	38,4	-1,4
14	41,3	39,5	-1,8	39,1	38,2	-0,9	40,8	39,1	-1,7
15	41,9	40,0	-1,9	39,3	38,4	-0,9	41,7	39,8	-1,9
16	42,2	40,2	-2,0	39,2	38,4	-0,8	42,4	40,2	-2,2
17	42,0	39,9	-2,1	38,9	38,1	-0,8	42,2	40,0	-2,2
18	41,4	39,4	-2,0	38,5	37,7	-0,8	41,7	39,5	-2,2
19	40,7	38,8	-1,9	38,0	37,2	-0,8	41,0	38,9	-2,1
20	40,1	38,2	-1,9	37,4	36,6	-0,8	40,3	38,3	-2,0
21	39,5	37,7	-1,8	36,9	36,2	-0,7	39,7	37,8	-1,9
22	38,9	37,2	-1,7	36,4	35,7	-0,7	39,1	37,3	-1,8
23	38,2	36,6	-1,6	35,8	35,1	-0,7	38,4	36,7	-1,7
24	37,6	36,0	-1,6	35,3	34,6	-0,7	37,8	36,1	-1,7
DIFERENCIA PROMEDIO			-1,6			-0,8			-1,7

Figura 7.7
Reducciones de temperatura en el módulo original comparado con el modificado y con envolvente exterior c/ transmitancia del 25%.

De estos análisis se puede comprobar que cada uno de los factores intervinientes en las variables posibles, pueden aportar en mayor o menos medida, a producir cambios en el comportamiento interior.

Otra variable importante que puede modificar la temperatura interior, es el uso de la ventilación diurna o nocturna del espacio. Los valores simulados y las diferencia obtenidas se encuentran registrados en las Figuras 7.8

Para la ventilación diurna, se tomaron 3 renovaciones entre las 20 y las 9 hs y 10 renovaciones entre las 10 y las 19 hs. Estos valores se invirtieron para simular la ventilación nocturna.

Se puede ver en los resultados que variaciones en el uso combinados con algunas mejoras morfológicas dan diferencia de temperatura mayores a las resultantes en casos anteriores llegando a logrando reducciones entre 1°C y 2.7°C.

Las diferencias son mas marcadas en el momento de realizar las ventilaciones, pero si tomamos un valor promedio diario de diferencias de temperatura, la ventilación nocturna nos permite reducir más las temperaturas finales.

**TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL
 Y MODIFICADO CON VENTILACION**

HORA	MODULO 1 (NO)			MODULO 1 (NO)		
	ORIGINAL	MODIFICADO CON VENTILACION DIURNA	DIFERENCIA	ORIGINAL	MODIFICADO CON VENTILACION NOCTURNA	DIFERENCIA
1	37,4	36,1	-1,3	37,4	34,7	-2,7
2	36,8	35,5	-1,3	36,8	34,1	-2,7
3	36,2	35,0	-1,2	36,2	33,5	-2,7
4	35,7	34,5	-1,2	35,7	33,0	-2,7
5	35,3	34,1	-1,2	35,3	32,6	-2,7
6	35,1	34,0	-1,1	35,1	32,4	-2,7
7	35,1	34,0	-1,1	35,1	32,4	-2,7
8	35,4	34,4	-1,0	35,4	32,8	-2,6
9	36,1	35,1	-1,0	36,1	33,6	-2,5
10	37,0	35,3	-1,7	37,0	35,4	-1,6
11	38,1	36,4	-1,7	38,1	36,5	-1,6
12	39,3	37,6	-1,7	39,3	37,7	-1,6
13	40,4	38,6	-1,8	40,4	38,7	-1,7
14	41,3	39,4	-1,9	41,3	39,6	-1,7
15	41,9	39,9	-2,0	41,9	40,3	-1,6
16	42,2	40,1	-2,1	42,2	40,6	-1,6
17	42,0	39,7	-2,3	42,0	40,4	-1,6
18	41,4	39,1	-2,3	41,4	39,8	-1,6
19	40,7	38,3	-2,4	40,7	39,2	-1,5
20	40,1	38,7	-1,4	40,1	37,4	-2,7
21	39,5	38,1	-1,4	39,5	36,8	-2,7
22	38,9	37,6	-1,3	38,9	36,2	-2,7
23	38,2	36,9	-1,3	38,2	35,6	-2,6
24	37,6	36,4	-1,2	37,6	34,9	-2,7
DIFERENCIA PROMEDIO			-1,5			-2,2

Figura 7.8
 Reducciones de temperatura del módulo modificado y ventilado respecto del original.

En un estudio realizado para un edificio en la ciudad de Buenos Aires (Figura 7.9) se realizó un análisis de este tipo y se estudió el impacto sobre distintas variables, mediante simulaciones numéricas de temperaturas internas en situación de verano (Figura 7.10), sin ocupantes, ni ganancias internas, ni uso de aire acondicionado.



Figura 7.9 Entorno y maqueta del edificio residencial en la ciudad de Buenos Aires. Fotos J.M .Evans

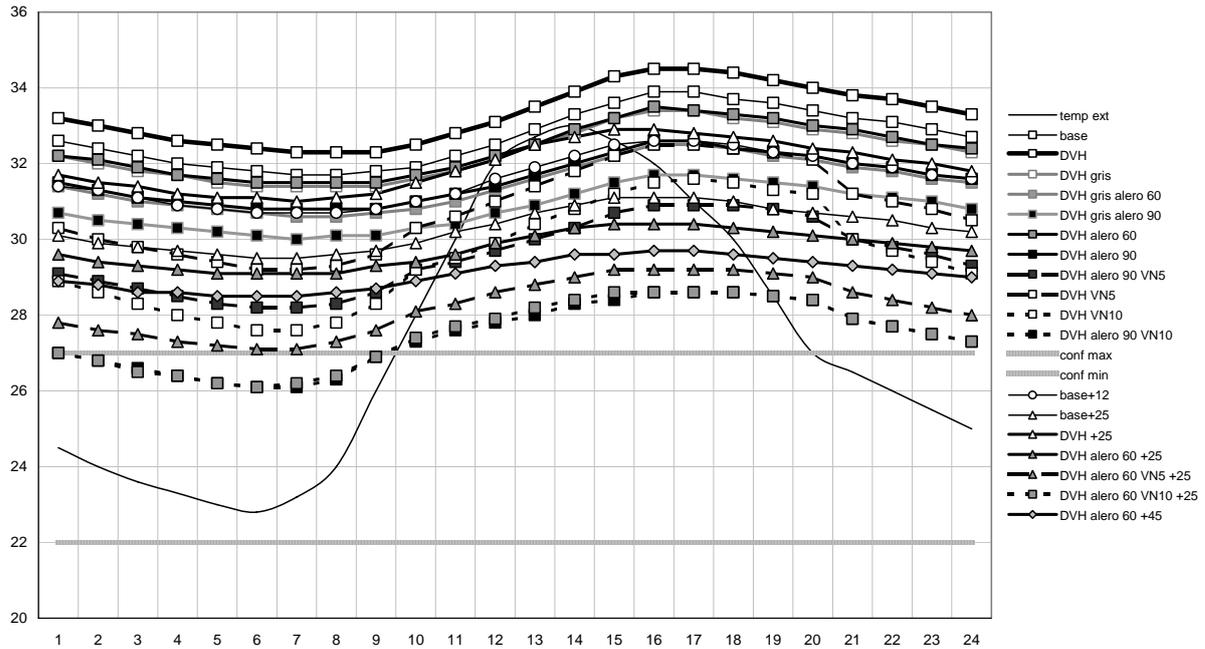


Figura 7.10 Resultados del comportamiento térmico según distintas variables.

Las variables estudiadas se dividieron en 3 grupos:

- Arquitectónicas de diseño : orientación, superficies vidriadas y aleros.
- Manejo y uso del edificio : ventilación, cortinas.
- Materiales empleados : tecnología, vidrios especiales, densidad.

Los resultados obtenidos permitieron arribar a conclusiones tales como que soluciones de diseño, como orientación o tamaño de ventanas aportan mayor eficacia que soluciones tecnológicas de materialidad. (Figura 7.11)

TORRES RESIDENCIALES EN BUENOS AIRES

Temperaturas internas en verano

TIPO DE DECISIÓN	ALTERNATIVA	EFICACIA
DISEÑO	Orientación (+25°)	- 3,0 °C
DISEÑO	Tamaño de ventana del 50 al 30%	- 2,0 °C
DISEÑO	Alero-parasol de 30 a 90 cm	- 1,5 °C
USO	Ventilación nocturna	- 2,0 °C
USO	Cortinas interiores	- 1,5 °C
MATERIAL	Tecnología doble vidrio DVH	+ 0,5 °C
MATERIAL	Tecnología vidrio gris	- 1,0 °C
MATERIAL	De baja a alta capacidad térmica	+ 3,0 °C
COMBINACION 1	Orientación, tamaño de ventana y alero	- 6,5 °C
COMBINACION 2	Orientación, alero y ventilación nocturna	- 6,5 °C

Figura 7.11 Tabla de valores de eficacia según distintas decisiones y alternativas simuladas en estudio para torres residenciales en Buenos Aires.

Tomando como base este análisis, se puede determinar un listado de variables (Figura 7.12) para luego calcular su aporte con resultados simulados numéricamente en las temperaturas interiores de proyectos durante la etapa de diseño.

TIPO DE DECISIÓN	ALTERNATIVA	EFICACIA
DISEÑO	Orientación	
DISEÑO	Proporción de tamaño de ventana	
DISEÑO	Alero o parasol horizontal	
DISEÑO	Parasol vertical	
DISEÑO	Bandeja de luz	
USO	Ventilación diurna	
USO	Ventilación nocturna	
USO	Cortinas interiores	
MATERIAL	Tecnología doble vidrio DVH	
MATERIAL	Tecnología vidrio gris	
MATERIAL	Variable de la capacidad térmica	
MATERIAL	Filtro solar exterior	

Figura 7.12 Tabla de eficacia de las variables aplicables y factibles de simular durante el proceso de diseño.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de las simulaciones, se podrían volcar a la tabla algunos valores comparados para el módulo en estudio, considerando situaciones más y menos desfavorables en cada caso y obtener la eficacia de la alternativa adoptada.

En cada caso se tomaron comparativas respecto al siguiente detalle:

- Para la orientación, la diferencia de temperatura promedio diaria, entre módulo NO y SE.
- No se realizaron estudios con reducciones de superficies de tamaño de ventana.
- Utilización o no de aleros para una misma orientación con temperaturas promedio.
- Diferencia entre aplicar o no un alero vertical para orientación NO.
- No se realizaron estudios de en el comportamiento con bandejas de luz.
- Instrumentación de ventilación diurna.
- Instrumentación de ventilación nocturna.
- No se estudio el uso de cortinas interiores.
- Diferencia entre uso de vidrio común y DVH o filtro solar exterior (transmitancia de 25%).

TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL 1 (NO) Y (NE) DIA CALIDO				TEMPERATURAS COMPARADAS ENTRE MODULO ORIGINAL 1 (NO) Y (NE) DIA FRIO			
HORA	TEMPERATURAS INTERNAS			HORA	TEMPERATURAS INTERNAS		
	MODULO 1 (NO)	MODULO 2 (NE)	DIF °C		MODULO 1 (NO)	MODULO 2 (NE)	DIF °C
1	37,4	35,1	-2,3	1	19,9	16,1	-3,8
2	36,8	34,6	-2,2	2	19,3	15,7	-3,6
3	36,2	34,1	-2,1	3	18,8	15,3	-3,5
4	35,7	33,6	-2,1	4	18,2	14,9	-3,3
5	35,3	33,4	-1,9	5	17,8	14,5	-3,3
6	35,1	33,5	-1,6	6	17,3	14,3	-3,0
7	35,1	33,9	-1,2	7	17,0	14,2	-2,8
8	35,4	34,5	-0,9	8	16,8	14,2	-2,6
9	36,1	35,3	-0,8	9	17,0	14,6	-2,4
10	37,0	36,2	-0,8	10	17,7	15,5	-2,2
11	38,1	37,1	-1,0	11	18,8	16,3	-2,5
12	39,3	38,0	-1,3	12	20,3	17,2	-3,1
13	40,4	38,6	-1,8	13	22,1	17,8	-4,3
14	41,3	39,1	-2,2	14	23,6	18,3	-5,3
15	41,9	39,3	-2,6	15	24,0	18,6	-5,4
16	42,2	39,2	-3,0	16	23,9	18,7	-5,2
17	42,0	38,9	-3,1	17	23,6	18,7	-4,9
18	41,4	38,5	-2,9	18	23,2	18,4	-4,8
19	40,7	38,0	-2,7	19	22,7	18,1	-4,6
20	40,1	37,4	-2,7	20	22,2	17,8	-4,4
21	39,5	36,9	-2,6	21	21,7	17,4	-4,3
22	38,9	36,4	-2,5	22	21,2	17,1	-4,1
23	38,2	35,8	-2,4	23	20,6	16,6	-4,0
24	37,6	35,3	-2,3	24	20,0	16,2	-3,8
DIFERENCIA PROMEDIO			-2,0	DIFERENCIA PROMEDIO			-3,8

Para estudiar la variable de orientación, se tomó como base el módulo 1 (NO) original y se comparó con temperaturas internas promedios diarios del módulo 2 (NE) (Figura 7.13), obteniéndose una diferencia de temperatura de -2.0 °C en un día cálido y de -3.8 °C en un día frío.

Con el estudio de la orientación, se optimizan las temperaturas internas, en este caso, se reduce el promedio diario en un día cálido, aunque en invierno, hace que las mismas sean inferiores a las ideales de confort. Un estudio detallado, permitiría verificar la orientación ideal que optimice ambos resultados.

Figura 7.13 Tabla comparada de diferencia de temperaturas internas para un día calido y frío.

En el caso del uso de aleros, la comparativa de la figura 7.6, permite verificar que para el módulo 1 (NO), la utilización del alero reduce el comportamiento de temperaturas internas en aproximadamente un 1 °C en un día cálido.

En el caso del uso del alero vertical, se verifico en el Heliodón la incidencia de este en las orientaciones y se visualizo poca diferencia del asoleamiento sobre la superficie vidriada, por ese motivo no se realizó un estudio del comportamiento térmico con Quick.

Con el uso de la ventilación se comparó el módulo original y con 2 variables de ventilación una diurna y una nocturna, y los resultados se ven detallados en la Figura 7.8 con variables de temperatura de -1,5 °C para la ventilación diurna y -2,2 °C para la nocturna.

En la figura 7.7, se detallan los valores diferenciales de aplicar un cambio de transmitancia del material de cerramiento, obteniéndose una reducción de -1.6 °C en el módulo 1 (NO).

Teniendo en cuenta el uso de estas variables, se armo una tabla con los datos de eficacia de cada alternativa (Figura 7.14).

TIPO DE DECISIÓN	ALTERNATIVA	EFICACIA
DISEÑO	Orientación (día cálido / día frío)	- 2 °C / - 3,8 °C
DISEÑO	Proporción de tamaño de ventana	---
DISEÑO	Alero o parasol horizontal	- 1 °C
DISEÑO	Parasol vertical	---
DISEÑO	Bandeja de luz	---
USO	Ventilación diurna	-1,5 °C
USO	Ventilación nocturna	-2,2 °C
USO	Cortinas interiores	---
MATERIAL	Tecnología doble vidrio DVH	-1,6 °C
MATERIAL	Tecnología vidrio gris	---
MATERIAL	Variable de la capacidad térmica	---
MATERIAL	Filtro solar exterior	-1,6 °C

Figura 7.14 Tabla de variables simuladas en base al módulo 1(NO) y eficacia de cada alternativa.

ANÁLISIS SOBRE EL USO DE FOTOVOLTAICOS EN LAS NUEVAS SUPERFICIES.

Realizado el estudio de radiación sobre las superficies disponibles en los nuevos elementos de protección, se observo que la producción de energía obtenida mediante uso de fotovoltaicos policristalinos, en estos casos alcanza a cubrir un 36.7% en las orientaciones NO y NE y un 56.8% en la SO de la demanda anual de cada módulo.

Si bien estos porcentajes pueden ser un aporte importante para reducir el uso de fuentes convencionales, debido a que la legislación argentina no permite exportar la energía producida a la red, el subsidio existente a las energías convencionales y los altos costos actuales de la instalación y de los componentes, hacen poco viable, por el momento, el uso de este recurso.

Además la disponibilidad en el edificio general de una terraza accesible, con una importante superficie libre disponible que permite optimizar la orientación de los

receptores, en caso de variar las condiciones de factibilidad, haría mucho más viable el uso de este recurso y permitiría compensar el consumo en los módulos interiores del edificio y que no cuentan con paramentos exteriores.

Para tomar como parámetro de comparación se verificó con el programa ISOL, la captación por m², sobre una superficie de captación en fachada con la orientación del edificio NO y sobre una superficie con orientación N sobre la terraza para un día típico de verano -21 de diciembre- (Figura 7.15 y 7.16).

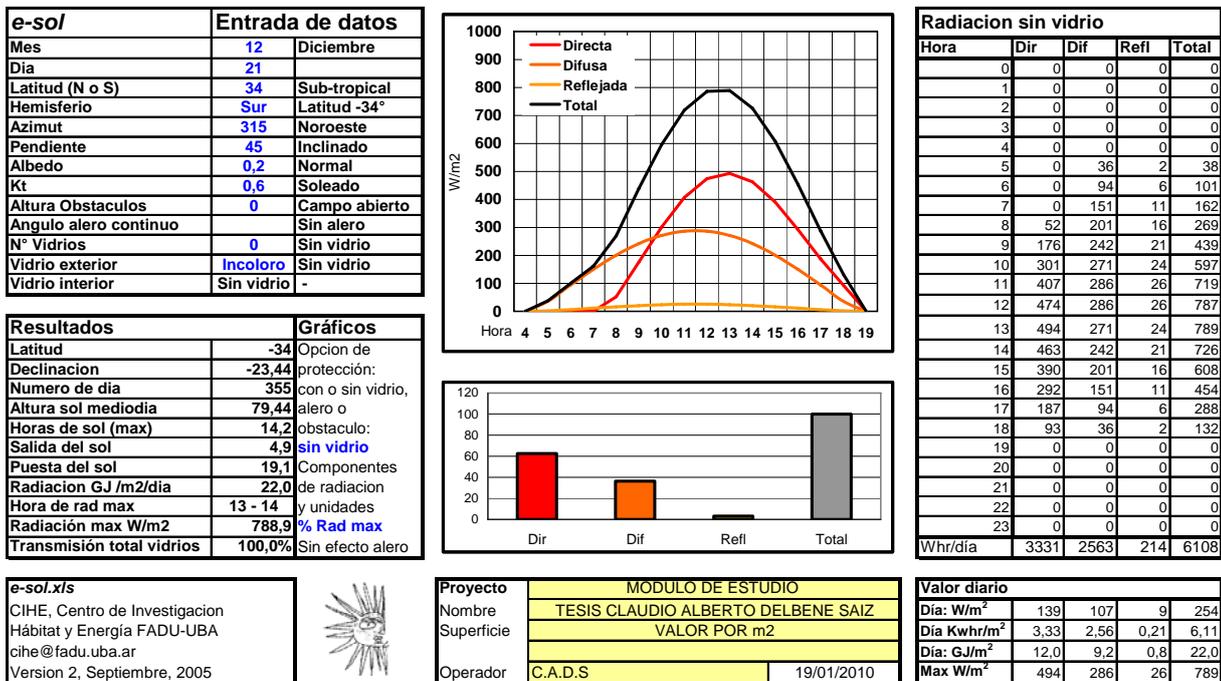


Figura 7.15 Resumen de datos para día típico de verano orientación sobre alero de fachada (NO)

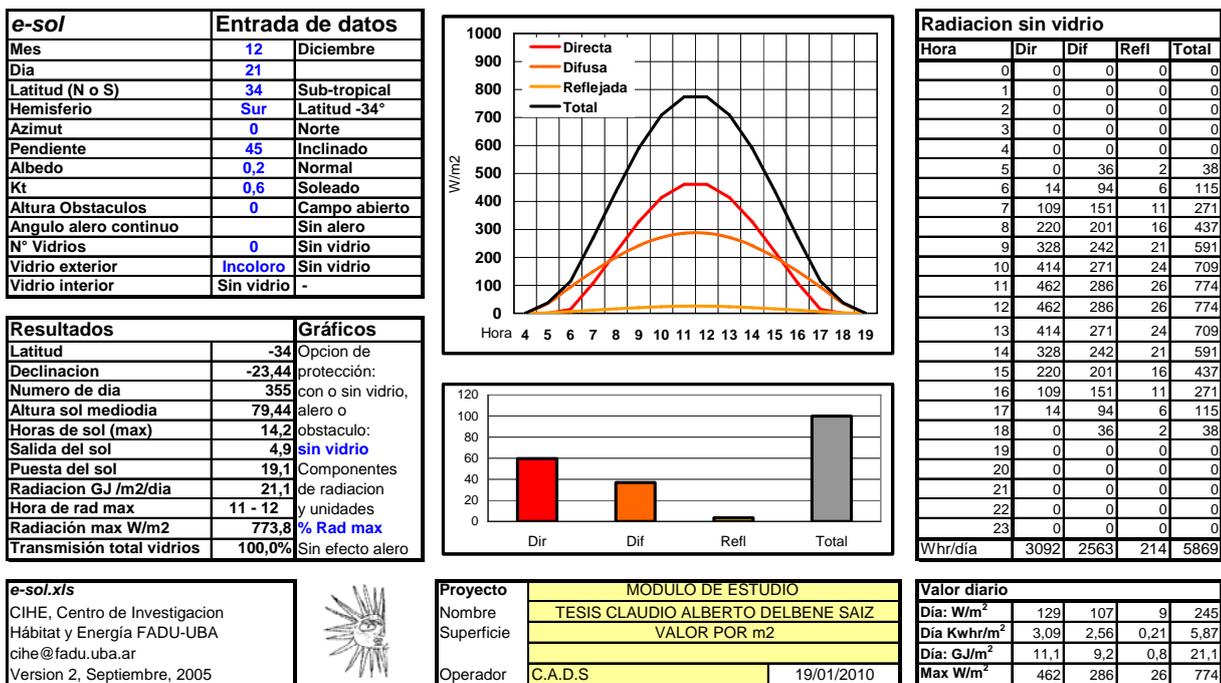


Figura 7.16 Resumen de datos para día típico de verano orientación (N)

En este caso la orientación de la fachada NO es favorable para la captación en verano, por lo tanto la orientación en terraza para los módulos debería coincidir con esta.

Se realizó el mismo análisis para día típico de invierno -21 de junio- (Figura 7.17 y 7.18).

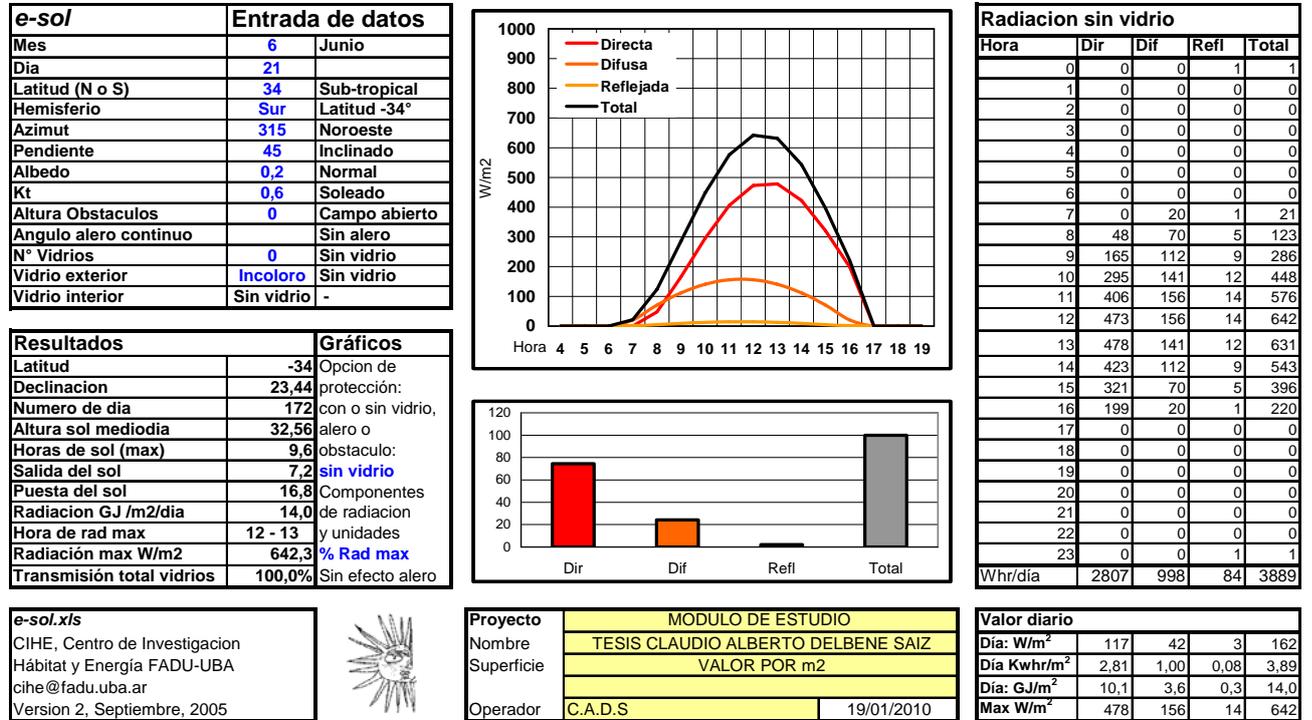


Figura 7.17 Resumen de datos para día típico de invierno orientación sobre alero de fachada (NO)

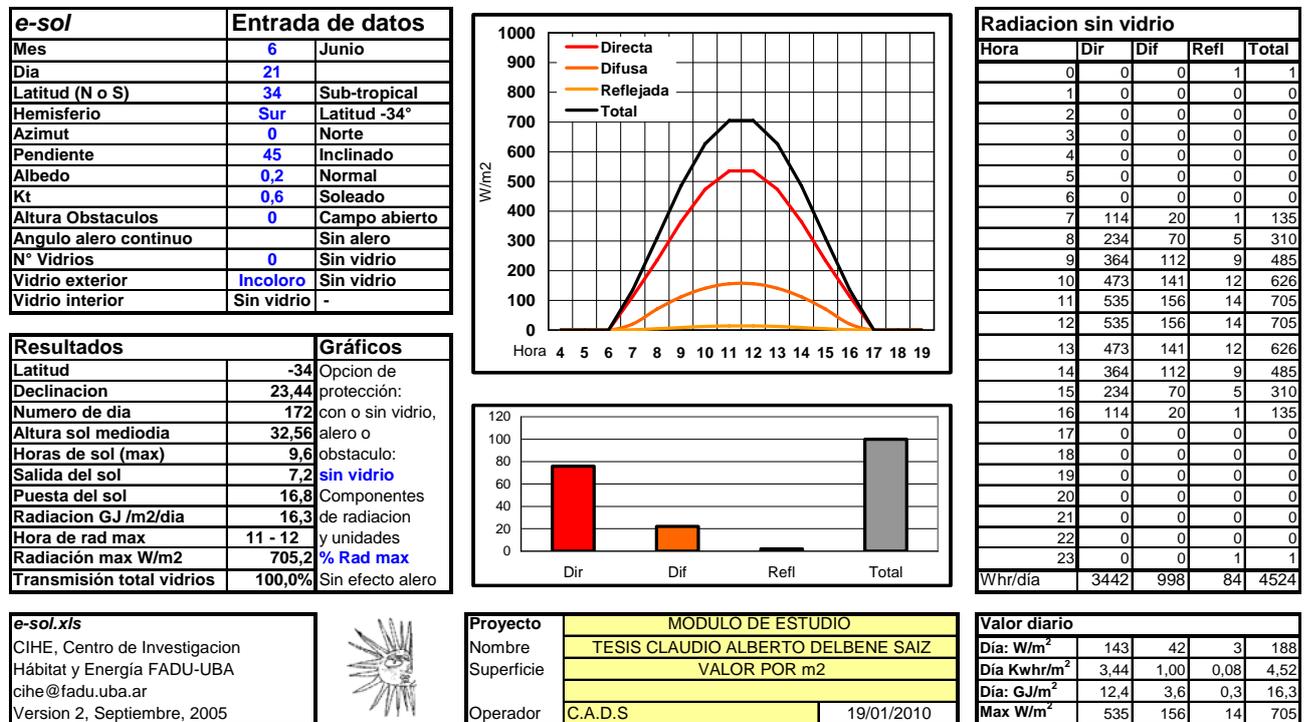


Figura 7.18 Resumen de datos para día típico de invierno orientación (N)

En el caso del invierno se optimiza el uso de este recurso con mayor captación en la orientación norte. Evaluando las necesidades de consumo en cada época y mediante un cuadro comparativo (Figura 7.19) se puede observar que la orientación óptima en cuanto a superficie disponible y rendimiento anual de los sistemas, es el uso de la terraza para instalar los captadores.

COMPARATIVA DE RADIACION TOTAL ENTRE ORIENTACION N Y NO					
DIA TIPICO		RADIACION TOTAL x DIA			RAD-MAX
SOLSTICIO	ORIENT.	W/m2	Kwhr/m2	GJ/m2	W/m2
VERANO	NO	254	6,11	22	789
	N	245	5,87	21,1	774
% DIF (N/NO)		0,96	0,96	0,96	0,98
INVIERNO	NO	162	3,89	14	642
	N	188	4,52	16,3	705
% DIF (N/NO)		1,16	1,16	1,16	1,10

Figura 7.19. Comparativa de radiación sobre captadores solares entre orientaciones norte y noroeste.

Los valores optimizados para el invierno, mejoran un 16% en la orientación norte sobre la orientación de fachada NO, en cambio durante el verano la radiación entre ambas orientaciones solo se reduce un 4 %. Por lo tanto la orientación para un rendimiento anual óptimo, para captación de energía solar es la Norte.

Además la incorporación de los sistemas adosados sobre el paramento vertical de la fachada reduce levemente la incidencia de la radiación solar sobre el captador.

CONCLUSIÓN

Los análisis realizados en este capítulo permiten comparar los resultados y demostrar que las decisiones adoptadas respecto al diseño, uso o tecnología aplicadas a un proyecto varían los resultados del comportamiento térmico en el interior.

Cada variable analizada, influye en distinta medida respecto a su eficacia, y demuestra que las decisiones de diseño tienen un valor relevante respecto a las otras variables.

El uso de sistemas de generación de energía en la situación actual en Argentina, con subsidios a las energías convencionales y políticas poco comprometidas a la racionalización de las energías y uso de fuentes renovables hace poco rentable su utilización en este momento.

Las conclusiones finales del uso de cada variable se verán indicadas y expresadas en el próximo capítulo.

CAPITULO 8 – CONCLUSIONES

INTRODUCCION

Este capítulo enumera las conclusiones obtenidas durante el proceso de elaboración de la tesis respecto a los distintos factores climáticos, morfológicos y físicos que influyen en el comportamiento de un espacio interior.

Se enumeraron las conclusiones según los conceptos que se estudiaron a través del desarrollo de la tesis.

CONCLUSIONES SEGÚN LOS CONCEPTOS QUE SE ESTUDIARON EN LA TESIS

Estudio de las condiciones climáticas locales.

El estudio de las condicionantes climáticas y su análisis permiten enumerar las pautas y estrategias de diseño aplicables durante el proceso de generación de la propuesta arquitectónica, pudiéndose verificar, a través de distintas simulaciones, físicas, gráficas o numéricas, la optimización de las mismas, reduciendo el uso de energías convencionales, no renovables y contaminantes. Además de hacer mas viable el uso de fuentes naturales y nuevas tecnologías con recursos renovables.

La incidencia solar sobre la envolvente varía según las orientaciones, aumentando o reduciendo el impacto sobre la superficie expuesta y modificando las condiciones de confort en los espacios interiores.

Materialización de la envolvente

El estudio de la materialización de la envolvente para cada orientación es de suma importancia, ya que influye directamente en el comportamiento térmico de un espacio interior.

El uso de bandejas de luz permite mejorar las condiciones de iluminación natural, especialmente en espacios profundos, aunque disminuye, la iluminación sobre los espacios cercanos a las ventanas. El estudio de la trayectoria sobre la envolvente determina, la factibilidad de uso de este sistema, ya que debe recibir asoleamiento directo sobre la superficie de la bandeja.

El uso de parasoles verticales, colabora especialmente en la orientación oeste, permitiendo el control del asoleamiento estival durante las últimas horas de la tarde, pero en orientaciones intermedias, como el caso de estudio, no aporta un beneficio significativo en la protección y si reduce el aprovechamiento de captación en la época invernal.

Una vez diseñados los cambios generados sobre la envolvente para protección o aprovechamiento solar, deben estudiarse las condiciones de iluminación para un día de condiciones desfavorables, para no producir interferencias en la posibilidad de iluminar naturalmente los espacios interiores.

Uso de energías alternativas

EL uso de energías alternativas, especialmente con sistemas que se pueden integrar en el diseño de la envolvente, contribuyen a la reducción del uso de fuentes convencionales contaminantes y posibilitan suplir su uso con nuevas fuentes generadas a través de sistemas que lo hacen con fuentes renovables

Estas decisiones deben ser acompañadas de políticas de racionalización y de conservación de energías, como así también de importantes decisiones, respecto al uso, reemplazando energías generadas con fuentes no renovables y contaminantes por otras generadas a través de renovables y no contaminantes.

Implementar políticas de subsidios a las energías convencionales, si bien pueden resolver a corto plazo la necesidad de producir confort social a un alto costo medioambiental, genera una falta de conciencia en la necesidad de ahorrar energía a través de la racionalización de su uso, y hace menos rentable, desde el punto de vista de costos, el implementar los cambios necesarios que permitan optimizar el uso de recursos o incorporar sistemas que reemplacen el uso de las energías convencionales

Otros conceptos

La implementación de una metodología de análisis de cada factor interviniente en el comportamiento futuro de un edificio y la calibración de programas de simulación para evaluar alternativas durante el proceso de diseño de un proyecto permite optimizar los resultados del comportamiento térmico-lumínico, aprovechando los recursos naturales disponibles, contribuyendo al mejoramiento del confort interior.

CONCLUSIÓN GENERAL

Este trabajo permite verificar la influencia de la envolvente en el confort interior y estudiar variables de diseño y modificación de fachadas según la orientación y el clima del lugar, para lograr mejoras en el confort interior.

Se espera que los resultados finales tengan un efecto multiplicador en el ámbito educativo, aportando conocimientos y experiencias a futuros proyectos de investigación, así como de transferencia a la práctica profesional, aportando mecanismos eficientes de asesoramiento técnico.

La propuesta plantea la problemática del reacondicionamiento de edificios existentes con importantes problemas de desconfort y alta demanda energética, con diseños originales que preveían sistemas de acondicionamiento artificial para su adecuado funcionamiento y nivel de habitabilidad.

Esta situación corresponde a un gran número de edificios de envergadura que, por su magnitud y representatividad institucional, constituyen un grave problema en el uso, aptitud, mantenimiento y durabilidad de un importante sector del patrimonio edilicio urbano.

El impacto de la crisis económica argentina y el futuro agotamiento de las fuentes convencionales de energía, disponibles en el país, han puesto de manifiesto el problema y otorgan relevancia a la necesidad de utilizar acondicionamiento natural y energías renovables para lograr un hábitat construido más sostenible.

El estudio de las orientaciones, la implantación, el clima, el aprovechamiento o protección del sol o el viento, la morfología, la iluminación natural, la materialización de la envolvente y el uso de un espacio, influye directamente en las condiciones térmicas y lumínicas interiores.

Por lo tanto, la importancia del conocimiento de los factores enunciados en el párrafo anterior, su estudio, simulación y resolución, aplicado desde el inicio del proceso de diseño, permite obtener espacios con condiciones confortables mediante el uso de recursos naturales disponibles en el medio de implantación de una obra.

Los distintos niveles de eficacia de cada medida adoptada, permitió indicar que las decisiones de diseño generan mejoras más considerables sobre los resultados finales de confort interior que las aplicadas al uso o a cambios de tecnologías y materialización de envolventes.

En edificios existentes, algunas variables están condicionadas, por ejemplo, orientación de fachadas, sistemas constructivos y terminaciones interiores, tamaño de aberturas y materialización del envolvente. Esto limita las oportunidades de mejorar las condiciones ambientales interiores comparadas con edificios nuevos. Sin embargo, en el futuro será necesario mejorar el comportamiento energético-ambiental del stock existente para contribuir a la racionalización en el uso de energía y aportar a la calidad de vida de los ocupantes. Las técnicas y metodologías aplicadas en esta tesis contribuyen a este fin.

La incorporación de estos conceptos en la práctica profesional, junto con la implementación de políticas y medidas de racionalización de energía a nivel nacional y regional es un punto de partida de suma importancia para dar respuesta a una necesidad que tiende a preservar las energías existentes y promover la utilización de recursos renovables.

*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.*

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA POR CAPÍTULOS

Capítulo 2

- Evans, J. M. y de Schiller, S., (1994) *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*, EUDEBA Ediciones Previas, Buenos Aires, 1ra. Edición y (1996) (2da. edición)
- Olgay, V. 1970. *Arquitectura y Clima*, Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Givoni, B. 1976. *Man Climate and Architecture*, 2nd ed. London: Applied Science Pub.
- Rivero R. 1985. *Arquitectura e Clima: Acondicionamiento térmico natural*, 1ra Ed. Ed da Universidade, UFRGS. Porto Alegre.
- Baker N. & Steemers K. 1994. *The LT Method Version 2.0: An Energy Design Tool for Non-Domestic Buildings*, Cambridge Architectural Research Ltd., 1994.
- Evans, J. M., *Solar radiation intensity, design variables and environmental impact: measurements, simulation integrated in project development*, Proceedings PLEA 2003, Santiago de Chile, 2004
- Evans, J. M. y Torres, S., *Estudio paramétrico de variables de diseño con Energy-10*, Anais ENCAC, 1999
- Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda, (1978) *Normas mínimas de habitabilidad: diseño habitacional*. Operatoria FONAVI, Ministerio de Bienestar Social, Buenos Aires
- Norma IRAM 11.603, *Zonificación Bioambiental de la República Argentina*, Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires, 1999.
- CIHE. *Centro de Investigación Hábitat y Energía*. SICyT-FADU-UBA
- LEB. *Laboratorio de Estudios Bioambientales*. CIHE-SICyT-FADU-UBA
- Evans J.M., Gutiérrez M. A., (1986) *Verificación de asoleamiento in situ. Evaluación de distintos métodos*. Actas de la X1 reunión de ASADES, San Luis. Pág. 27-33.
- Evans J.M. et al. (1988) *Estado de avance. Equipamiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales*. Actas de la XIII reunión de ASADES, Salta, Pág. 231-235
- Evans, J. M. (2007) *The comfort triangles, a new tool for bioclimatic design*, PhD Thesis, Universidad Tecnológica de Delft, Delft.
- Evans, J. M. y de Schiller, S., (1992) *Teaching architects to design with the sun, techniques, equipment and computer tools*. Proceedings, Solar Energy at High Latitudes. Sintef, Trondheim, Norway. Pág. 356-361
- de Schiller, S, Evans, J. M. Delbene C.A. (1996) *Sustainable Urban Planning: Developing Tools for the planners*. Proceedings PLEA '96. Passive and Low Energy Architecture. Louvain la Neuve, Belgium. Pág. 81-86
- Szokolay S. (1996), *Solar Geometry*, PLEA Notes 1, University of Queensland, Brisbane.
- Julián Evans, 2003. *Técnicas de Simulación en Laboratorio en el Proceso de Diseño para la Calificación de Sustentabilidad en Arquitectura*.
- Delbene, C.A. y Evans, J.M. (1996) *Simulación virtual del movimiento solar por computadora. Visualización tridimensional de la trayectoria solar en proyectos*. Presentada en la XIX Reunión de ASADES. Mar del Plata, Bs. As. Pág. 06-51a 06-54

Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático. Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de Buenos Aires.

Lawrence Berkeley National Laboratory. *Desktop Radiance 2.0 Beta*. Environmental Energy Technologies Division, Building Technologies Department

Richards, P. G. y Matthews, E. H. (1994) *A thermal design tool for buildings in ground contact*, Building and environment, 29:73-82.

Wikipedia 19-10-09. *La enciclopedia libre*. Energía Alternativa.
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_alternativa

Wikipedia 19-10-09. *La enciclopedia libre*. Energía Alternativa.
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_alternativa

Wikipedia 03-12-09 Evolución histórica. *La enciclopedia libre*. Energía Renovable. *Fuentes de energía renovable evolución histórica*.
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable#Evoluci.C3.B3n_hist.C3.B3rica

Wikipedia 03-12-09. Energía renovable en la actualidad. *La enciclopedia libre*. *Energía Renovable. Fuentes de energía renovable en la actualidad*.
http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_renovable#Las_fuentes_de_energ.C3.ADa_renovables_en_la_actualidad

IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2007. *Presentación del Balance Energético de España 2007 y Perspectivas. 2008*.
<http://www.idae.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/id.36/relcategoria.121/relmenu.75>

García Ortega, José Luis et al. (2006) *Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular viabilidad económica* Greenpeace

C.A.D.E.R., 2007. Cámara Argentina de Energías Renovables.
<http://www.argentinarenovables.org/>.

Barrameda.com.ar. *Energías alternativas, un recurso poco aprovechado. La situación en Argentina*. Artículo. <http://www.barrameda.com.ar/articulo/altern01.htm>

CA.D.E.A. 1997. Centro Argentino de Energías Alternativas. *Energías Renovables*.
<http://www.energias.org.ar/>

Informe Brundtland, 1987, *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro Futuro Común*. ONU 11-12-1987

The global 2000 report to the President of the U.S., entering the 21st century, 1982 ISBN 0-08-024616-8. ISBN 0-08-024617-6

WRI, *Instituto de Recursos Mundiales*, 1982

Cumbre de la Tierra (1992)

Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo ONU (1992)

Aalborg+10 (1994-1996-2004). *Carta de Aalborg*. Dinamarca

La Declaración de Hannover de los líderes municipales en el umbral del siglo XXI Agenda21, (2000).

"Río+10", 2002, *Cumbre de Johannesburgo*, <http://www.johannesburgsummit.org>. Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible Naciones Unidas.

Cumbre Mundial, 2005. *Documento Final de la Cumbre Mundial 2005*. Resolución aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas. Aprobado el 24/10/2005.

Comisión de las Comunidades Europeas, 2006. *Estrategia temática para el medio ambiente urbano*. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo.

Luis Garrido, 2006. *Decálogo de recomendaciones e indicadores de sostenibilidad para obtener una Construcción Sostenible al menor coste posible*. Por Inés Leal - CONSTRUIBLE.es - 17/09/2006. <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?id=756&c=6&idm=10&pat=10>

Capítulo 3

Randall Tomas and Trevor Garnham (2007) (1). *The Environments of Architecture. Environmental Design in Context*, Cap. 4 Building Design2. Taylor & Francis, New York, EEUU. Pág. 70-71.

Randall Tomas and Trevor Garnham (2007) (2). *The Environments of Architecture. Environmental Design in Context*, Cap. 4 Building Design2. Taylor & Francis, New York, EEUU. Pág. 86-87.

Banham, R, 1969. *The architecture of the well tempered environment*, Architectura Press, Londres.

BRE's Environmental Building, 2000, *The Environmental Building*, Copyright BRE 2000, Edited by Peter White, BRE Internet Services, Garston, UK.

UBA, 1999. Taller Seminario de Tecnología Solar, "Una propuesta arquitectónica para el nuevo Milenio", Organizado en conjunto entre UBA, IT Power, Oxford Brooks, BP Solar, TFM, Thermie. Abril - Agosto de 1999. Buenos Aires, Argentina

Capítulo 4

Evans, J. M., (2003) *Green Triangles*, Energy & Buildings, Vol. 35, pp. 87-93.

Fanger, P. O., (1973) *Thermal Comfort: analysis y aplicaciones in environmental engineering*, McGraw Hill Book Company, Nueva York.

Fanger P.O., (2001). *Ajuste de VMP propuesto en el Seminario sobre Confort*, Windsor, 2001

Capítulo 5

Evans J.M. et al. (1988) *Estado de avance. Equipamiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales*. Actas de la XIII reunión de ASADES, Salta, Pág. 231-235

Richards, P. G. y Matthews, E. H. (1994) *A thermal design tool for buildings in ground contact*, Building and environment, 29:73-82.

IRAM, 1996. *Norma IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Instituto de Racionalización Argentino de Materiales, Buenos Aires, Argentina. (Actualmente en revisión).

Evans J. M. et al, 1997. *Diseño y construcción de un cielo artificial tipo espejo*. AVERMA. Vol.1, 1997, N°2, 121-124.

Evans J. M. et al. 1998. *Iluminación en Maquetas y espacios con Iluminación Natural*. AVERMA. Vol.2, 1998, N°2, 5.37-5.40.

Evans J. M. et al. 1999. *Uso de Modelo a escala en el Cielo Artificial*. AVERMA. Vol. 3, N°2, 8.169-8.172.

LI-COR, 1991. *LI-COR Radiation Sensors, Instruction Manual*. LI-COR Inc. Lincoln. USA.

Capítulo 6

Grossi Gallegos H, Righini R., 2008, Atlas de Energía Solar de la República Argentina, Basado en datos de 1997, Buenos Aires, Argentina.

CIHE, Centro de Investigación Hábitat y Energía FADU-UBA, e-sol.xls. Versión 2, Septiembre, 2005

PLANILLAS DE CALCULOS

Planilla de cálculos ISOL

Planilla de procesamiento de datos climatológicos e-sol.xls

Planilla de cálculo de trayectoria solar (UNT) Tray-sol.xls

Planilla de cálculo de fotovoltaicos

Procesado de Central de datos terraza de FADU UBA

BIBLIOGRAFÍA NO REFERENCIADOS

Asociación Argentina de Luminotecnia, *Iluminación, Luz, Visión y Comunicación*. . Tomo 1-2.

J. M. Cabeza, J López de Asiain, V. Moreno, *The Library in the Faculty of Engineering. A case of Holistic Simulation*. Proceedings of Plea 1997 Kushiro, Japón. Págs. 075-080 del libro 3.

J. M. Cabeza, J López de Asiain, V. Moreno, *Scientific design of classrooms in the new Faculty of Engineering, Simulación, construcción and monitoring*. Proceedings of PLEA 1998 Lisboa Portugal. Págs.261-264

Rafael Serra Florensa, Helena Coch Roura, *Arquitectura y energía natural*, Ediciones UPC.

Richard H. Montgomery. *Energía Solar, Selección del equipo, instalación y aprovechamiento*. Limusa Noriega Editores.

de Schiller S. (1999), *Impacto de la forma edilicia en el confort de espacios urbanos*. Anais V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza, ANTAC.

Fabris, A., Yarke, E. R. 1985, Cociente Carga Colector. Instituto Solar Arquitectura Buenos Aires ISABA. – Desarrollado por Balcomb D. en EEUU e implementado en Argentina por ISABA.

FOTOGRAFÍAS

La autoría de las fotografías está indicada en los epígrafes.

Las fotografías si referencia de autoría son propias del tesista. Claudio Alberto Delbene Saiz.

DIVULGACION

La presente tesis y algunos de los resultados parciales obtenidos durante su desarrollo fueron presentados como trabajos, comunicación o sirvieron de base para presentaciones en congresos nacionales e internacionales, como así también, parte de los conceptos que surgen y son vertidos en este trabajo, sirvieron de apoyo al Proyecto de Investigación bianual (2008-2010) UBACyT, A-405, titulado “Análisis bioclimático, estudio de envolvente y evaluación energética como parámetros de calificación de vivienda de interés social a partir de un edificio de referencia” donde el autor de esta tesis, es Co-director del mismo.

Se realizaron 3 ponencias y a continuación se detallan los eventos donde fueron presentados y publicados y el resumen del Proyecto UBACyT A-405.

- 2005 Delbene, Evans. - Comunicación - *Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático, aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la Ciudad de Buenos Aires.* Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. S.M. de los Andes, Neuquén, Argentina - año 2005 - Pág. 505 a 506.
- 2006 Claudio Alberto Delbene y John Martin Evans, *Comportamiento de la envolvente edilicia en fachadas con distintas orientaciones: impactos y mejoras.* VI Anais ENCAC 2006. Brasil.
- 2009 Compagnoni, Delbene. *Análisis bioclimático, estudio de la envolvente y evaluación energética como parámetros de calificación en viviendas de interés social.* INENCO-UNSa. Salta, Argentina. En prensa

Resumen del proyecto bianual (2008 -2010) UBACyT A-405

El actual crecimiento en la producción de viviendas de interés social y el excesivo consumo energético derivado de deficiencias proyectuales, requiere contar con herramientas que permitan valorar energéticamente estas viviendas promoviendo la producción sustentable del hábitat. En este sentido se propone avanzar en el estudio de un prototipo de viviendas como edificio de referencia para utilizar en procedimientos de valoración energética de vivienda social en climas templado-húmedos. Con ese objetivo se plantea una metodología de trabajo que continúa y profundiza la línea de investigación iniciada con el Proyecto “Eficiencia Energética de Tecnologías aplicadas al Diseño de viviendas de interés social” en el marco del proyecto UBACyT A-022, conducente a evaluar la influencia del diseño de la envolvente en la eficiencia energética de la vivienda. Considerando la escasa implementación de criterios bioambientales para el desarrollo del hábitat social y tomando como antecedente el último concurso del Banco Hipotecario Nacional que considera aspectos sustentables para la vivienda, se propone evaluar y comparar bioclimática y energéticamente diferentes prototipos de actual producción. El objetivo de este trabajo es establecer lineamientos para desarrollar un edificio que pueda ser utilizado como referencia en futuras propuestas para zona templada húmeda aportando beneficios de ahorro energético.

Otro trabajo que surge de esta Maestría y desarrollado durante el módulo no presencial y presentado al inicio del cursado sobre la Revalorización Ambiental de la Recova de Buenos Aires fue base para un desarrollo posterior, en una presentación en el año 2006, en las Jornadas de la SICyT-FADU-UBA con el título *Revalorización ambiental de la recova de Buenos Aires con el contexto de la ciudad sostenible* y es, un capítulo del libro “*Arquitectura Vernácula Patrimonio, Ambiente y Tecnología*” que se encuentra en etapa de impresión.

ANEXO A

DATOS CLIMATICOS, DE CONFORT, PAUTAS, ESTRATEGIAS Y GRAFICAS DE TRAYECTORIA SOLAR

e-Clim Analisis de clima y confort	CIHE - FADU - UBA	Hoja 1
CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA		
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbansimo, Univ. de Buenos Aires		
John Martin Evans evans@fadu.uba.ar	Fecha	13/3/07

Estación
Aeroparque

Latitud	Long	Altura
34° 34' S	58° 25' W	6

Decada	Base GD	Datos
81-90	18	Scio M.F.

Temperatura

Mes	Max Abs	Máxima	Media	Mínima	Min Abs
Ene	36,4	28,9	24,4	21,1	10,5
Feb	37,4	27,4	23,4	20,4	11,7
Mar	35,0	25,3	21,2	18,2	7,6
Abr	27,6	21,7	18,1	15,4	3,8
May	27,2	18,2	14,5	11,7	1,3
Jun	24,0	14,8	11,2	8,6	-1,0
Jul	23,7	14,2	10,8	8,3	0,6
Ago	29,0	16,2	12,5	9,8	0,7
Sept	29,4	17,5	13,7	10,8	3,6
Oct	30,9	21,3	17,1	14,0	4,1
Nov	34,3	24,2	19,9	16,7	6,7
Dic	37,5	26,9	22,5	19,3	11,1

Humedad relativa %

Máxima	Media	Minima
86	69	53
89	73	57
90	74	57
90	75	60
91	75	59
94	78	62
93	78	63
91	75	59
90	74	58
90	73	55
89	72	55
85	69	53

Precipitación

Mensual, mm	
Ene	96
Feb	115
Mar	143
Abr	104
May	92
Jun	38
Jul	48
Ago	62
Sept	68
Oct	127
Nov	123
Dic	89
TOTAL	1103

Amplitud y Media

Mes	Amp	Prom
Ene	7,8	24,4
Feb	7,0	23,4
Mar	7,1	21,2
Abr	6,3	18,1
May	6,5	14,5
Jun	6,2	11,2
Jul	5,9	10,8
Ago	6,4	12,5
Sept	6,7	13,7
Oct	7,3	17,1
Nov	7,5	19,9
Dic	7,6	22,5
PROM	6,9	17,4

Humedad absoluta

Mes	Media
Ene	12,6
Feb	12,5
Mar	11,1
Abr	9,3
May	7,5
Jun	6,3
Jul	6,2
Ago	6,7
Sept	7,0
Oct	8,5
Nov	10,0
Dic	11,2
PROM	9,1

Confort

Temp max	
Temp	28
RH max	85
RH min	30

Temp min	
Temp	18
RH max	95
RH min	30

Limite de confort de base de datos, ver 7 y 8 para alternativas

Carga de datos:
C.A.D

Datos

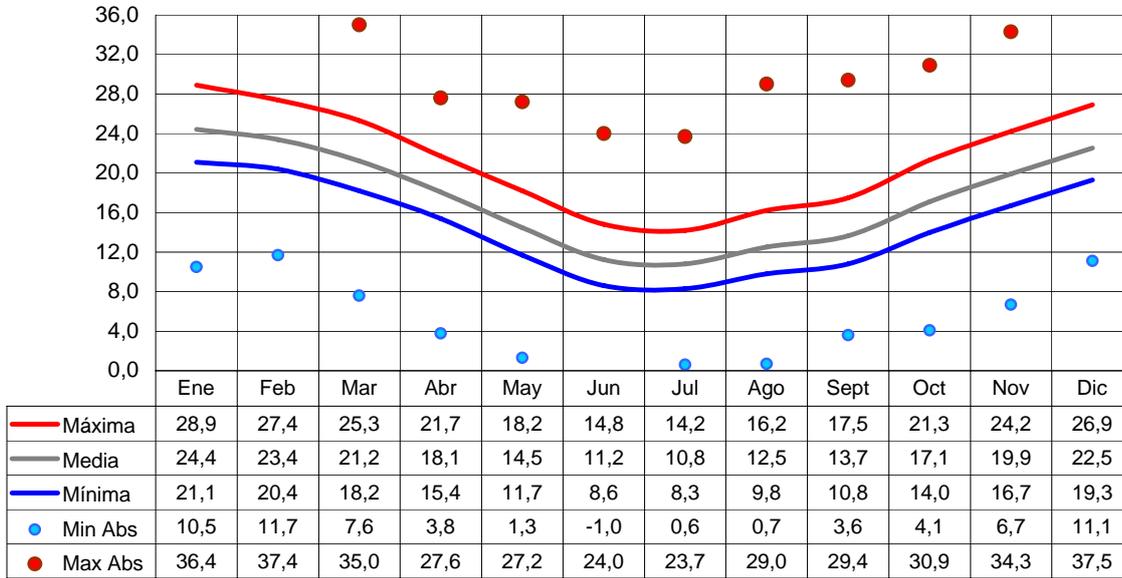
Meses: menor temp.	6,8
Temp min de diseño	9,4
Temp med de diseño	784
Grados días	18
Base grados días cal	4
Meses frios (día)	0
Meses muy fríos (día)	12
Meses fríos (noche)	0
Meses muy fríos (día)	
Meses: mayor temp	30,0
Temp máx de diseño	25,6
Temp med de diseño	0
Grados días calor	28
Base grados días	1
Meses cálidos (día)	0
Meses cálidos (noche)	0
Meses cálidos (media)	



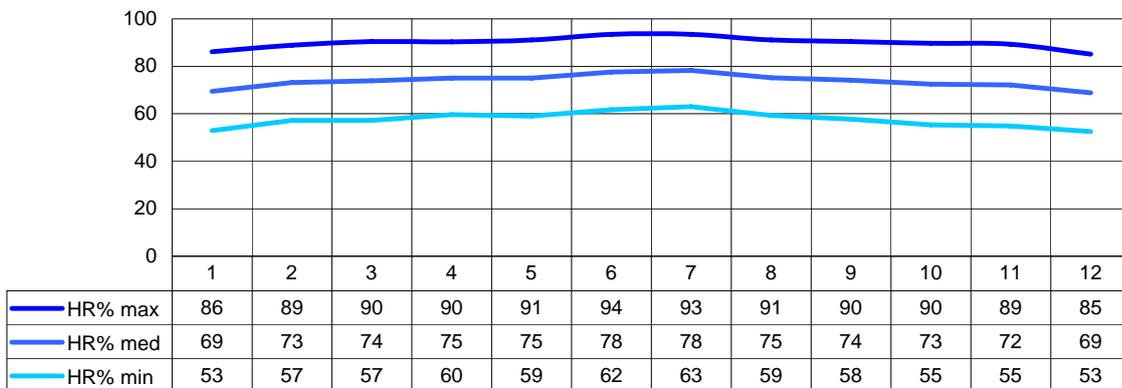
DATOS DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y PRECIPITACION

LAT: 34° 34' S	LONG: 58° 25' W	ALT: 6 mts	81-90
----------------	-----------------	------------	-------

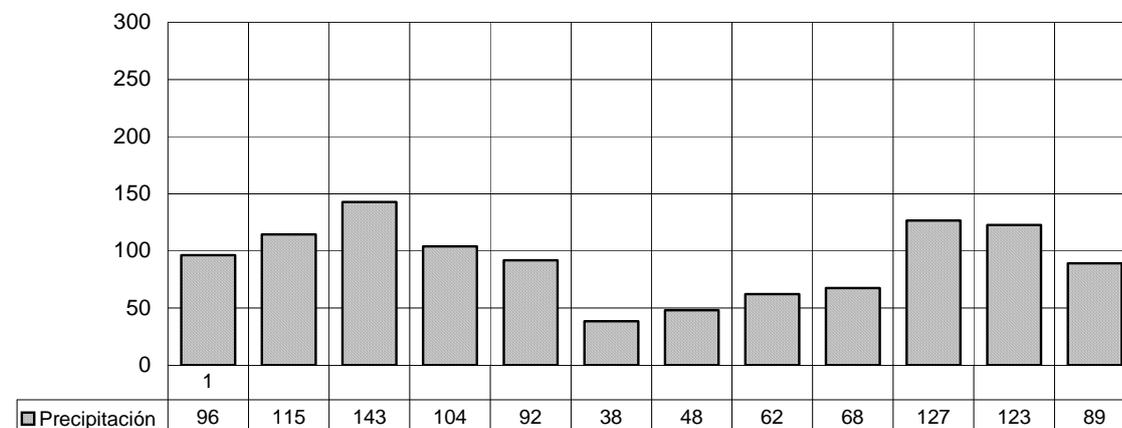
TEMPERATURA



HUMEDAD RELATIVA



PRECIPITACION



Datos: Scio M.F.A.A

Fecha: 13-3-07

C.A.D

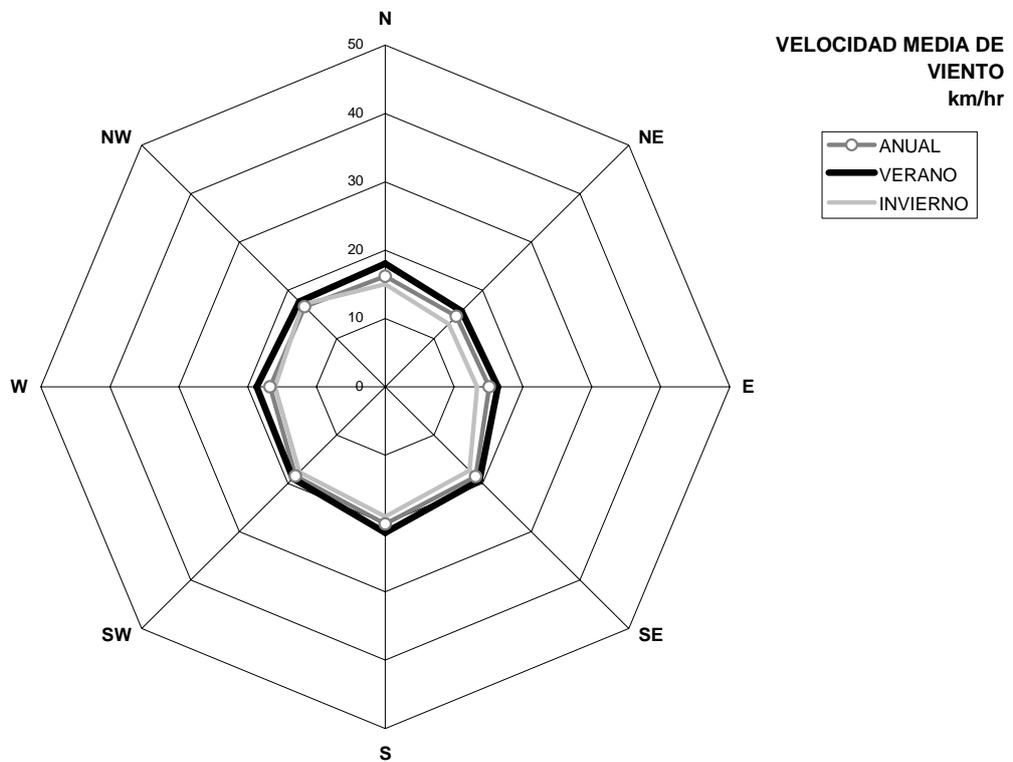
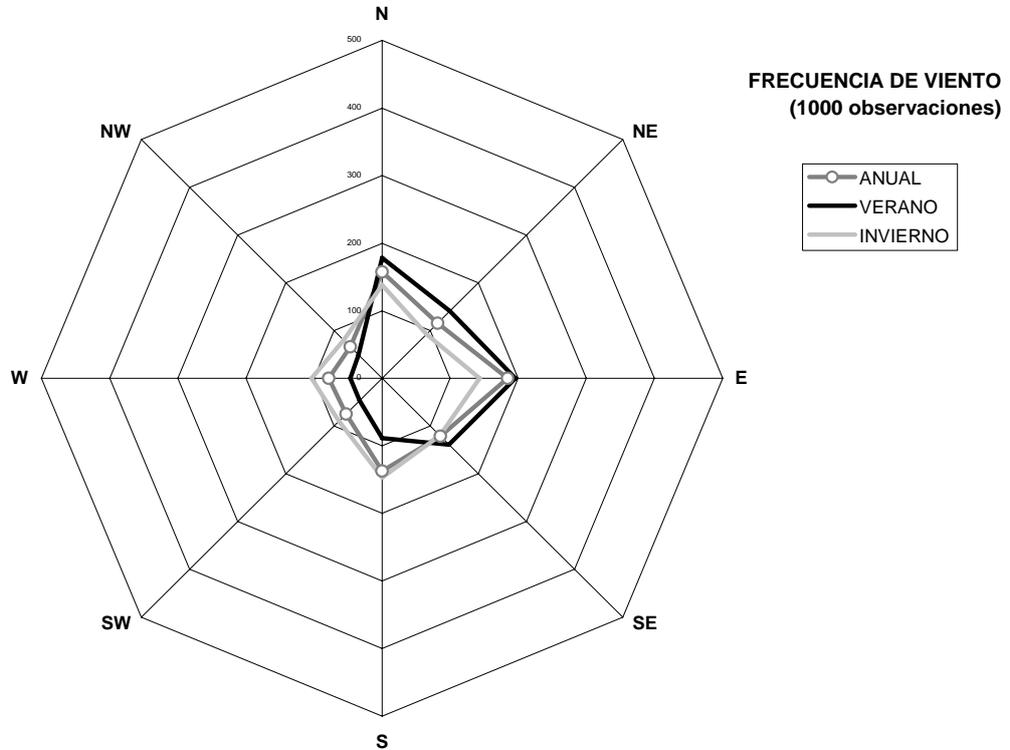
CIHE - FADU - UBA

Aeroparque

Hoja 2b

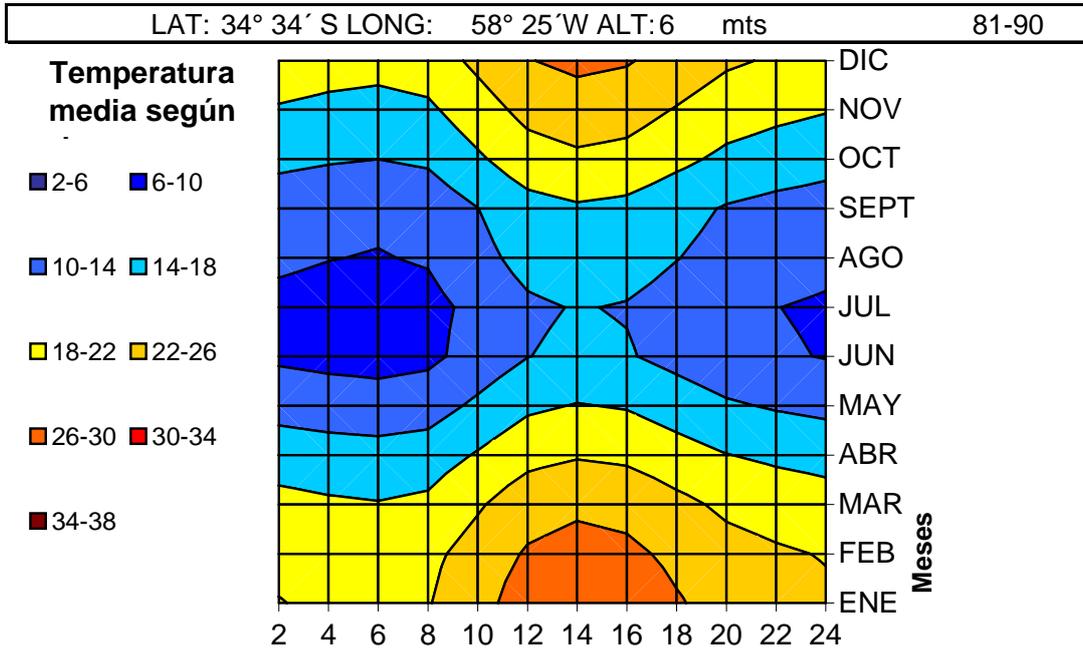
FRECUENCIA Y VELOCIDAD DE VIENTO

LAT: 34° 34' S	LONG: 58° 25' W	ALT: 6 mts	81-90
----------------	-----------------	------------	-------



Datos:	Scio M.F.A.A	
Fecha:	13-3-07	C.A.D

TEMPERATURA MEDIA Y CONFORT SEGÚN HORA Y MES



Día temp max	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Calor >28°C	1												1
Confort		1	1	1	1					1	1	1	7
Fría <18°C						1	1	1	1				4
Muy fría < 6°C													0

Noche temp min

Calor													0
Confort													0
Fria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Muy fría													0

Amplitud

< 14° C													0
10° C - 14° C													0
<10° C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

Tempertura media

Calor >26													0
Confort	1	1	1	1					1	1	1	1	8
Fría < 18					1	1	1	1					4

Humedad absoluta (gm / kg aire seco)

Alta > 13													0
Confortable	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Baja < 5													0

Precipitación

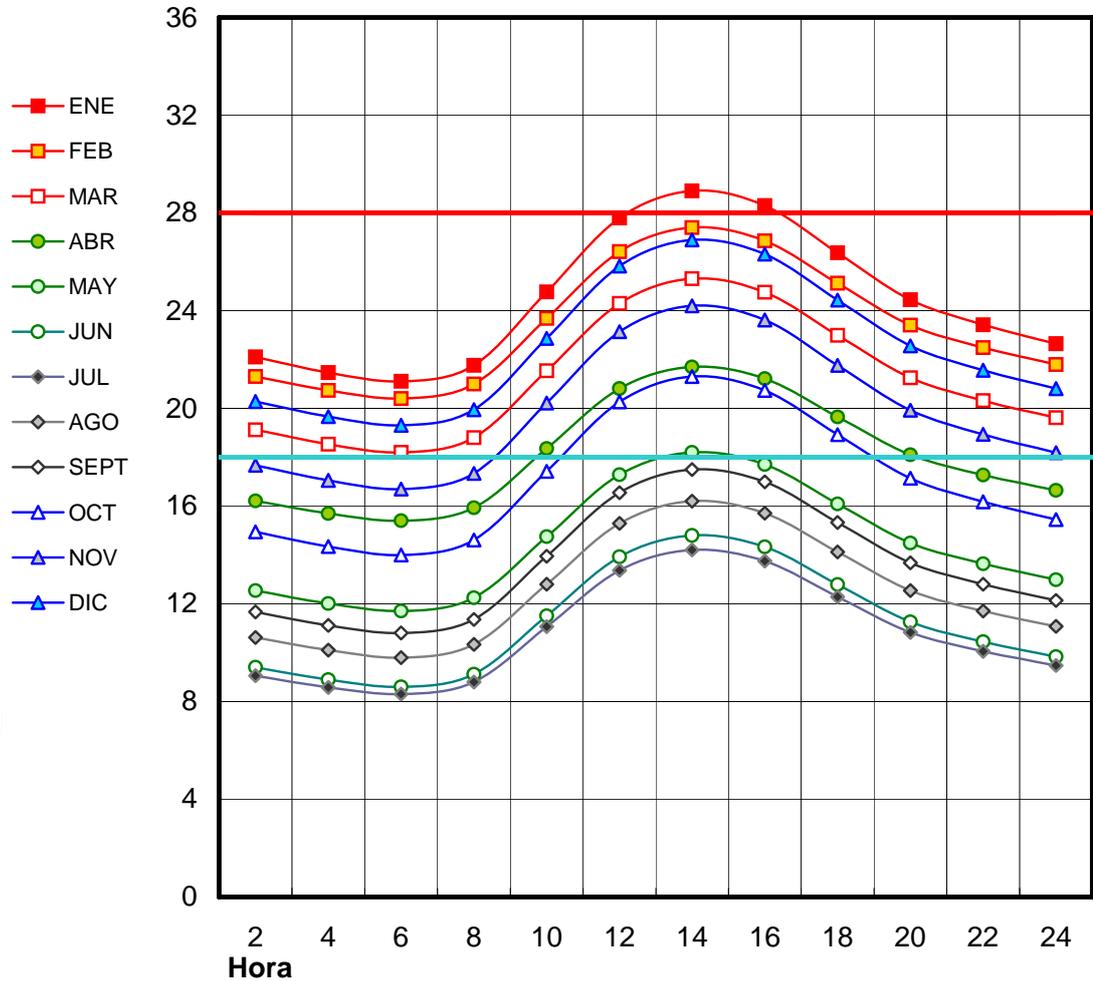
Alto > 100		1	1	1						1	1		5
------------	--	---	---	---	--	--	--	--	--	---	---	--	---

Datos: Scio M.F.A.A
 Fecha: 13/3/07

C.A.D

VARIACIÓN DE TEMPERATURA HORARIA EN CADA MES

LAT: 34° 34' S LONG: 58° 25' W ALT: 6 mts 81-90



HORAS	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Promedio
ENE	22	21	21	22	25	28	29	28	26	24	23	23	24,4
FEB	21	21	20	21	24	26	27	27	25	23	22	22	23,4
MAR	19	19	18	19	22	24	25	25	23	21	20	20	21,2
ABR	16	16	15	16	18	21	22	21	20	18	17	17	18,1
MAY	13	12	12	12	15	17	18	18	16	14	14	13	14,5
JUN	9,4	8,9	8,6	9,1	12	14	15	14	13	11	10	9,8	11,2
JUL	9,1	8,6	8,3	8,8	11	13	14	14	12	11	10	9,5	10,8
AGO	11	10	9,8	10	13	15	16	16	14	13	12	11	12,5
SEPT	12	11	11	11	14	17	18	17	15	14	13	12	13,7
OCT	15	14	14	15	17	20	21	21	19	17	16	15	17,1
NOV	18	17	17	17	20	23	24	24	22	20	19	18	19,9
DIC	20	20	19	20	23	26	27	26	24	23	22	21	22,5

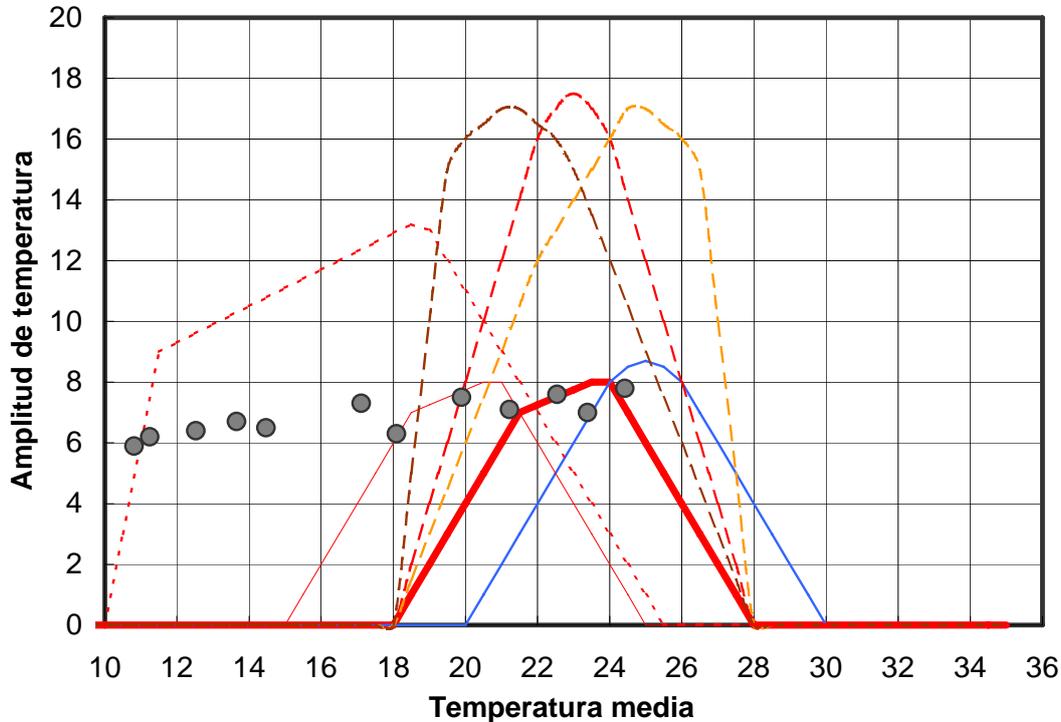
Datos: Scio M.F.A.A

Fecha: 13/3/07

C.A.D

ZONA DE CONFORT SEGÚN TEMP MEDIA Y AMPLITUD

LAT: 34° 34' S LONG: 58° 25' W ALT: 6 mts	81-90
---	-------



Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Amplitud	7,8	7	7,1	6,3	6,5	6,2	5,9	6,4	6,7	7,3	7,5	7,6	6,9
Promedio	24	23	21	18	14	0	11	13	14	17	20	23	16,5

Triangulos

Rojo	Confort térmico sin movimiento de aire o radiación solar
Azul	Confort con movimiento de aire, hasta 1 m/s
Naranja	Confort térmico con ganancias internas y aislante térmico
Rojo (raya)	Confort térmico con inercia térmica (masa)
Rojo (puntos)	Sistemas solares pasivos, con aislante e inercia térmica
Amarillo	Con ventilación selectivo nocturno (o diurno - marron)

Opciones recursos de diseño para confort

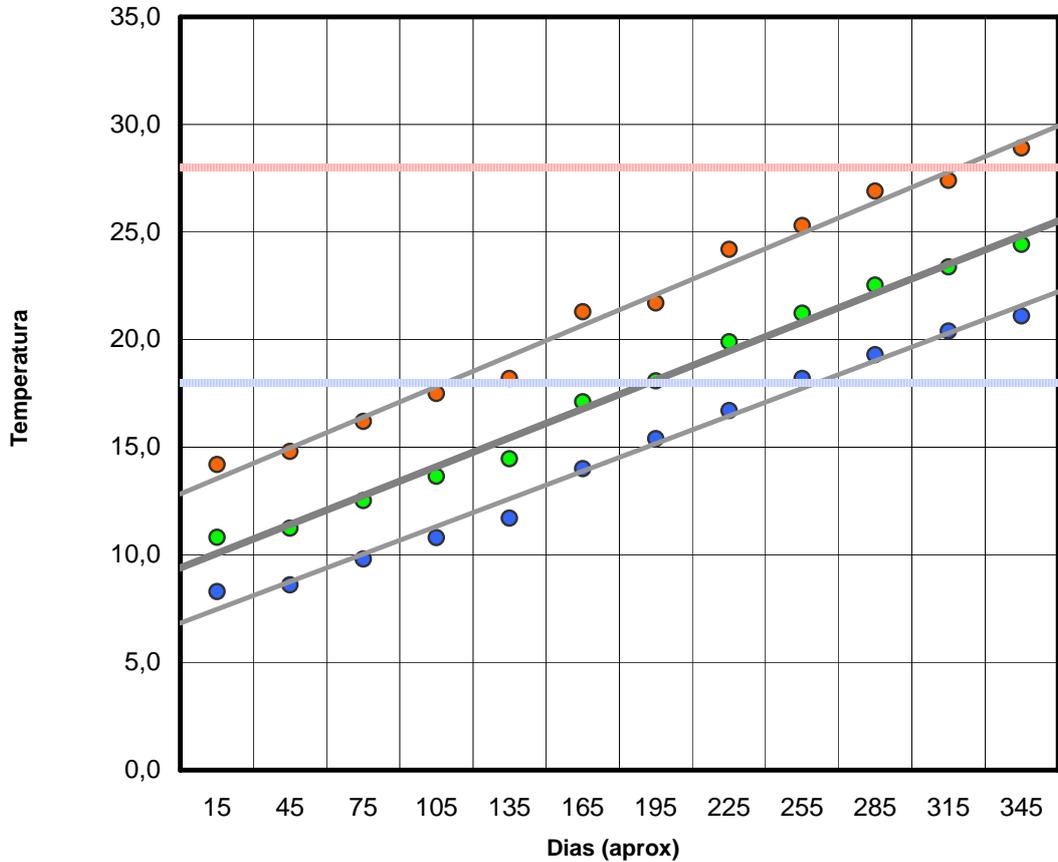
1.	Alta temperatura (t > 26) y baja amplitud (dt < 8 - 10) Movimiento de aire
2.	Alta temperatura (t > 26) y alta amplitud (dt > 10) Masa térmica y ventilación selectiva (noche)
3.	Temperatura confortable (t = 18 a 28) y alta amplitud Masa térmica
4.	Temperatura baja y alta amplitud Masa termica y ventilación selectiva (día)
5.	Temperatura baja y baja amplitud térmica Aislación térmica, ganancias solares, masa térmica

Datos:	Scio M.F.A.A
Fecha	13/3/07
	C.A.D

CIHE - FADU - UBA **Aeroparque**
GRADOS DIAS Y TEMPERATURA DE DISEÑO

Hoja 6

LAT: 34° 34' S LONG: 58° 25' W ALT: 6 mts	81-90
---	-------



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----------

Temperatura

Max media	14	15	16	18	18	21	22	24	25	27	27	29	21
Media	11	11	13	14	14	17	18	20	21	23	23	24	17
Min media	8	9	10	11	12	14	15	17	18	19	20	21	15

Confort

Confort max	28 ° C	Línea roja	Base grados días refrigeración
Confort min	18 ° C	Línea azul	Base grados días calefacción

Temperatura de diseño

	Máximo	Medio	Mínimo
Invierno	12,8	9,4	6,8
Verano	30,0	25,6	22,3

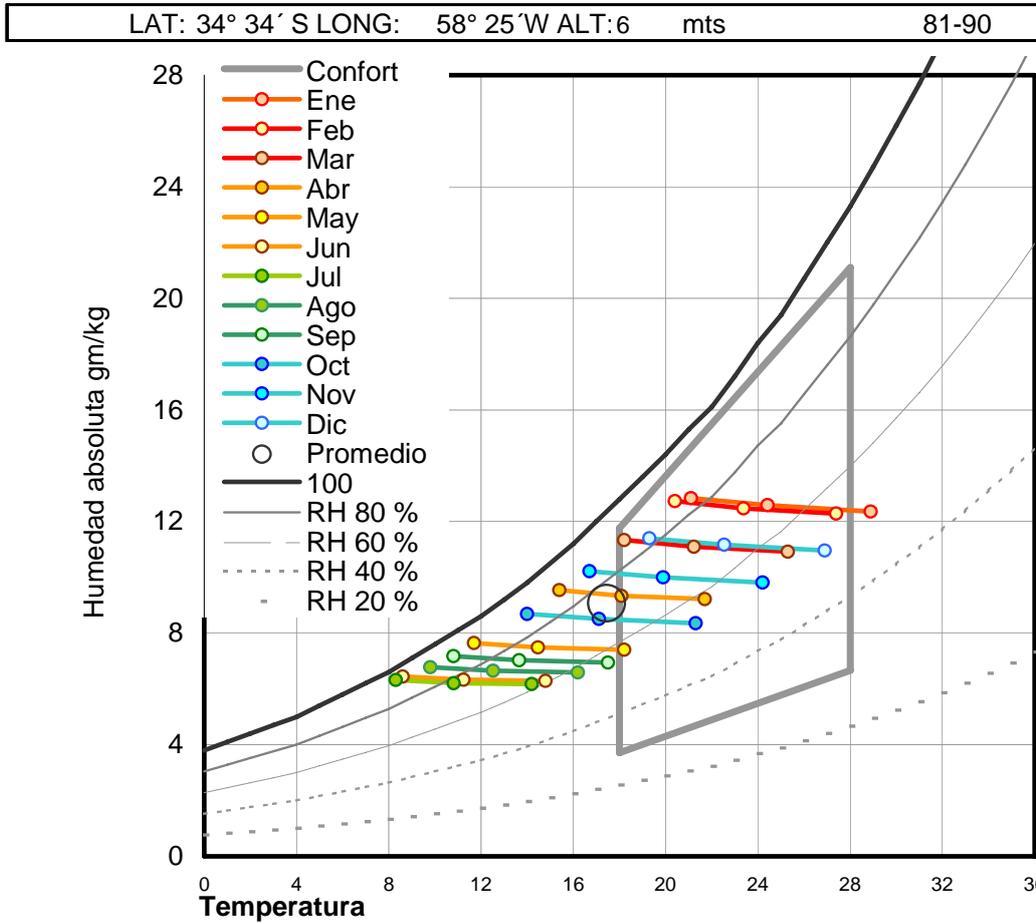
Grados días

Invierno	GD	784	Duración estación fría *	181 días < 18° C
Verano	GD	0	Duración estación calor	0 días > 28° C

* Temperatura media inferior a 18°C

Datos	Scio M.F.A.A	
Fecha	13/3/07	C.A.D

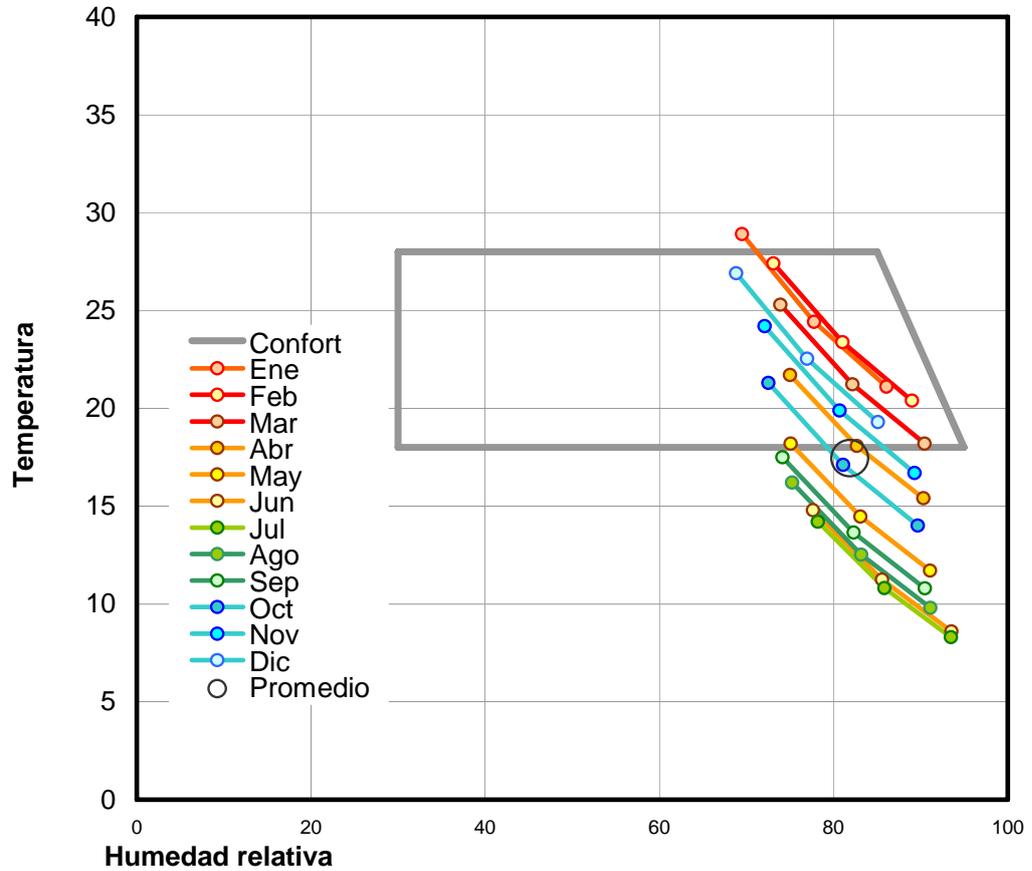
TEMPERATURA Y HUMEDAD



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Media
Temperatura bulbo seco °C													
Temp max	28,9	27,4	25,3	21,7	18,2	14,8	14,2	16,2	17,5	21,3	24,2	26,9	21,4
Temp med	24,4	23,4	21,2	18,1	14,5	11,2	10,8	12,5	13,7	17,1	19,9	22,5	17,4
Temp min	21,1	20,4	18,2	15,4	11,7	8,6	8,3	9,8	10,8	14,0	16,7	19,3	14,5
Humedad relativa %													
RH min	52,9	57,2	57,3	59,7	59,0	61,7	62,9	59,3	57,8	55,4	54,9	52,5	57,6
RH media	69,5	73,1	73,9	75,0	75,1	77,6	78,2	75,2	74,1	72,5	72,1	68,8	73,8
RH max	86,1	89,0	90,5	90,3	91,1	93,5	93,5	91,1	90,5	89,7	89,3	85,1	90,0
Humedad absoluta gm /kg aire seco													
H abs max	12,4	12,3	10,9	9,2	7,4	6,3	6,2	6,6	6,9	8,4	9,8	11,0	8,9
H abs media	12,6	12,5	11,1	9,3	7,5	6,3	6,2	6,7	7,0	8,5	10,0	11,2	9,1
H abs min	12,8	12,7	11,3	9,5	7,6	6,4	6,3	6,8	7,2	8,7	10,2	11,4	9,3
Zona confort													
		Opción 1						Definido por usuario					
Confort	Temperatura max						Humedad relativa max						95 %
Máximo	Temperatura max						Humedad relativa min						20 %
Confort	Temperatura min						Humedad relativa max						80 %
Mínimo	Temperatura min						Humedad relativa min						20 %
Datos	Scio M.F.A.A												
Fecha	13/3/07											C.A.D	

TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA, Diagrama de Olgay

LAT: 34° 34´ S LONG: 58° 25´ W ALT: 6 mts 81-90



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Media
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	-------

Temperatura bulbo seco °C

Temp max	28,9	27,4	25,3	21,7	18,2	14,8	14,2	16,2	17,5	21,3	24,2	26,9	21,4
Temp med	24,4	23,4	21,2	18,1	14,5	11,2	10,8	12,5	13,7	17,1	19,9	22,5	17,4
Temp min	21,1	20,4	18,2	15,4	11,7	8,6	8,3	9,8	10,8	14,0	16,7	19,3	14,5

Humedad relativa %

RH min	69,5	73,1	73,9	75,0	75,1	77,6	78,2	75,2	74,1	72,5	72,1	68,8	73,8
RH media	77,8	81,0	82,2	82,7	83,1	85,6	85,8	83,2	82,3	81,1	80,7	77,0	81,9
RH max	86,1	89,0	90,5	90,3	91,1	93,5	93,5	91,1	90,5	89,7	89,3	85,1	90,0

Humedad absoluta gm /kg aire seco

H abs max	16,2	15,7	14,1	11,6	9,4	7,9	7,7	8,3	8,9	10,9	12,9	14,4	11,5
H abs media	14,1	13,8	12,3	10,3	8,3	7,0	6,8	7,4	7,8	9,5	11,2	12,5	10,1
H abs min	12,8	12,7	11,3	9,5	7,6	6,4	6,3	6,8	7,2	8,7	10,2	11,4	9,3

Zona confort Opción 1 Definido por usuario

Confort	Humedad relativa	Máxima 85	Media 58	Mínima 30
Máximo	Temperatura max	28,0	28,0	28,0
Confort	Temperatura min	Máxima 95	Media 63	Mínima 30
Mínimo	Temperatura min	18,0	18,0	18,0

Datos Scio M.F.A.A

Fecha 13/3/07

C.A.D

LAT: 58° 25' W	LONG: 6	ALT: 0
----------------	---------	--------

Datos analizados

Natural	Mes	May	Hora del dia	10	Med	Sin sol con brisa
---------	-----	-----	--------------	----	-----	-------------------

Variables ambientales	Unidad	Valor	Comentario indicativo			
Temperatura bulbo seco	C	14,5	Fresco	Pres Vap	10,5	kPa
Humedad relativa	RH %	83	levemente humedo	Hum Abs	1,63	gm/kg aire seco
Movimiento de aire	m/s	1	Con brisa			
Temperatura media radiante	C	14,47	Sin sol			

Variables personales

Vestimenta: valor aislante	CLO	0,5	Ropa de verano liviano	Resistencia	0,080	m2K/W
Nivel de actividad fisica	MET	1,3	Sentado	Energia total	75,0	W/m2
Eficiencia de trabajo	%	0	Descanso	Calor	75,0	W/m2

Variables entorno

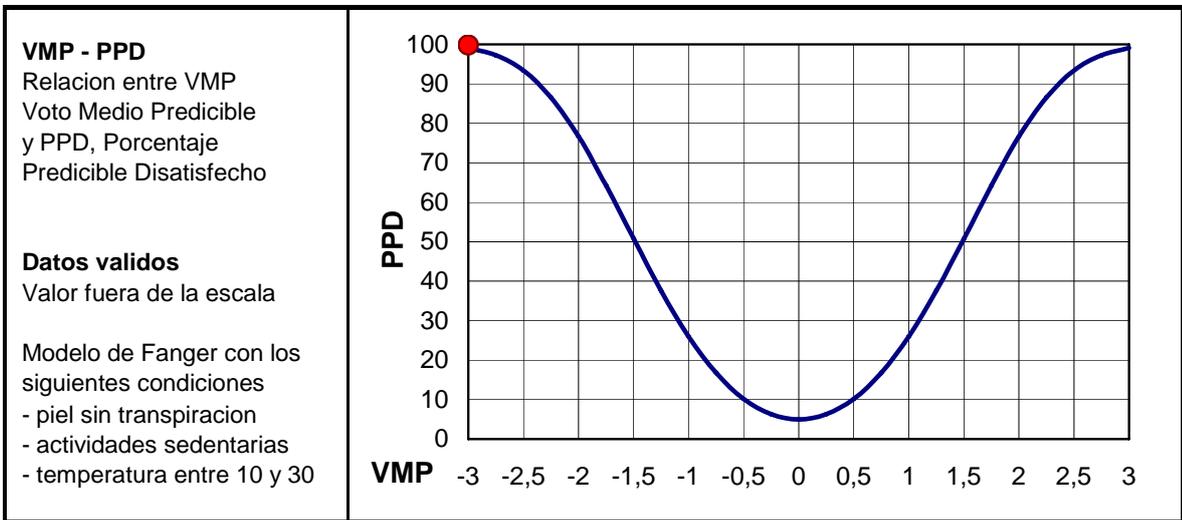
Acondicionamiento	Natural	Interior sin refrigeracion y minima calefaccion
-------------------	---------	---

Otros indices

Temperatura Operativa	C	14,5	Temperatura de piel	33,6	C	
Temperatura Globo Negro	C	14,5	Evaporacion transpiracion	7,1	W/m2	
Temperatura efectiva	ET C	9,6				
Temperatura efectiva standard	SET C		Factor superficie de ropa	110	%	

Indice de confort

Voto Medio Predicible VMP	VMP	-3,0	Disconfort excesivo	PMV	Predicted Mean Vote
% Predicible Disatisfecho	PPD	100	Excesivo disconfort	PPD	Predicted% Disatisfied
VMP ajustado	VMPa	-	Sin ajuste		
PPD ajustado	PPDa	-	Con acondicionamiento natural, VMPa = VMP/2		



Nota: el ajuste de VMP fue propuesto por O. Fanger en el Seminario sobre Confort, Windsor, 2001

Datos	Scio M.F.A.A	
Fecha	#####	C.A.D

PAUTAS DE DISEÑO BIOAMBIENTAL

LAT: 34° 34' S LONG: 58° 25' W ALT: 6 mts	81-90
---	-------

Diagnosis	Grados días	784	Meses, calor humedo	0
	Meses con amplitud > 10	12	Meses, calor seco	0
	Meses con calor, día	7	Meses con calor, noche	0
	Meses con frío, día	4	Meses con frío, noche	12

Indicadores	Humedad	Movimiento de aire imprescindible	0	meses
		Movimiento de aire deseable	0	meses
		Protección de lluvia	5	meses
	Aridez	Inercia térmica	0	meses
		Ventilación selectiva	0	meses
		Meses secos	5	meses
	Frío	Meses días fríos	4	meses
		Meses noches fríos	12	meses
		Demanda de calefacción	Media	

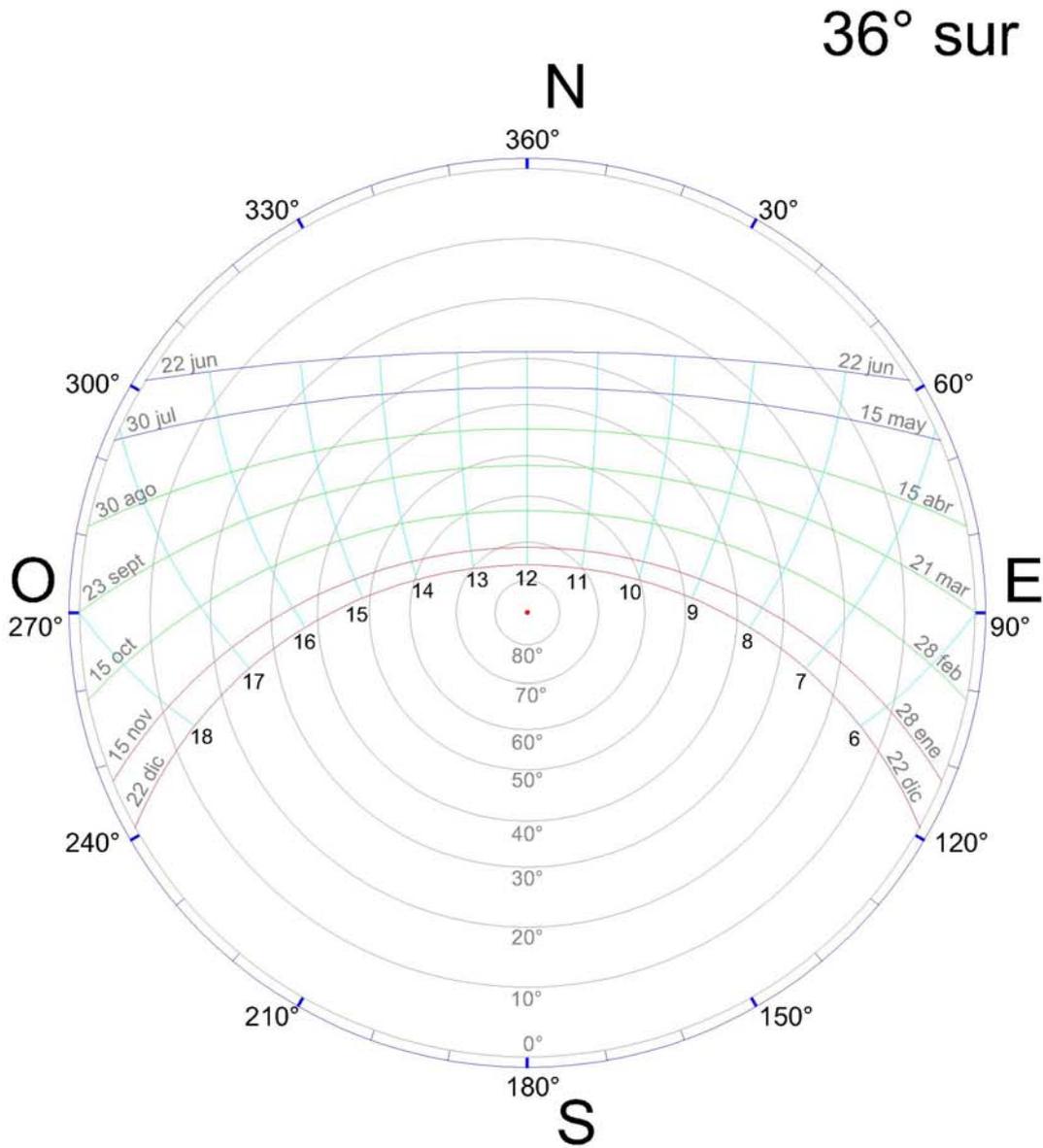
Recomendaciones		
Conjunto	Formas compactas para reducir perdidas Agrupamiento compacto	
Pared int	Peso	Sin exigencias
	Ventilación	Sin exigencias
Pared ext	Color	Claro
	Aislante	K<0,7 muy bueno
Ventana	Ventilación	Ventilación selectiva
	Protección	
Techo	Color	Muy claro o reflectivo
	Aislante	K = 0,5
Sol	Orientación	Captación sol invernial
	Inercia	=SI(I7>6;1;2)
Exteriores	Protección de lluvia	
	Lluvia apta para vegetación	
	Espacios para actividades exteriores	
	Espacios exteriores con sol en invierno	

Datos Scio M.F.A.A

Fecha 13/3/07

C.A.D

**CENTRO DE INVESTIGACION HABITAT Y ENERGIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES**



ELABORADO POR CLAUDIO A. DELBENE
INVESTIGADOR - CIHE

ARCHIVO: TRAY-36S.DWG
AÑO 2001

ANEXO B

DATOS DE SIMULACIONES

DATOS UTILIZADOS PARA SIMULACIONES VIRTUALES

CLIMATE DATA LOCATION INFORMATION

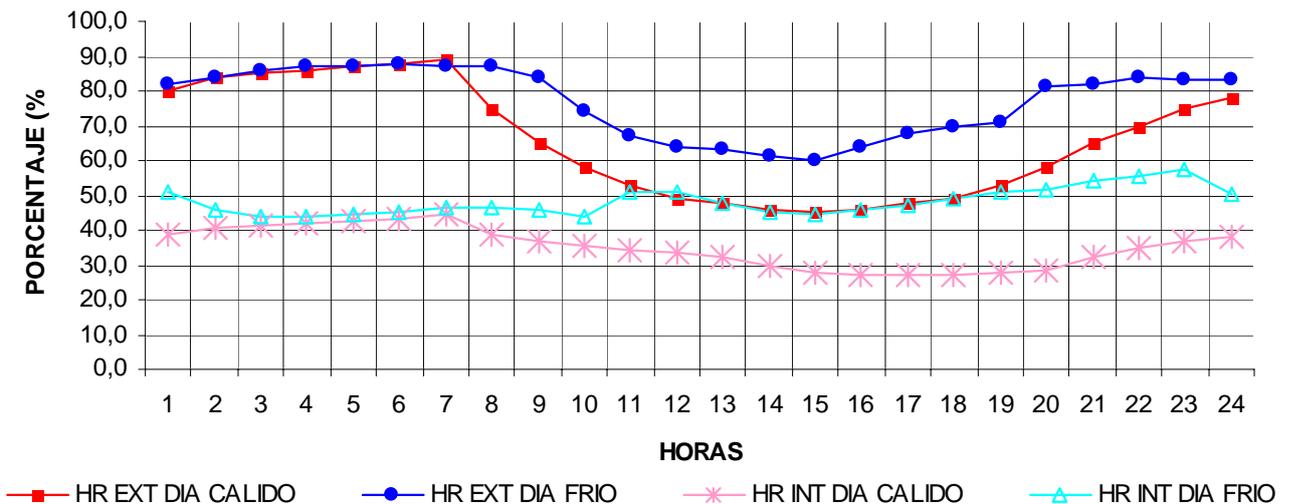
Location : BSASMAX
 Altitude : 46 m
 Standard time longitude : 45.00 °
 Longitude : 58.00 °
 Latitude : -35.00 °

HUMEDAD RELATIVA

RESULTS OF RELATIVE HUMIDITY SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS [%]

Hour	Outdoor Rel H		Indoor Rel H		Hour	Outdoor Rel H		Indoor Rel H	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	80,0	82,0	38,4	50,8	13	48,0	63,0	32,3	48,0
2	84,0	84,0	40,4	45,8	14	46,0	61,0	30,0	45,2
3	85,0	86,0	41,2	44,0	15	45,0	60,0	27,8	44,8
4	86,0	87,0	42,2	44,0	16	46,0	64,0	27,0	45,5
5	87,0	87,0	42,8	44,5	17	48,0	68,0	27,0	47,0
6	88,0	88,0	43,3	45,2	18	49,0	70,0	26,8	49,1
7	89,0	87,0	44,7	46,2	19	53,0	71,0	27,5	50,7
8	75,0	87,0	38,8	46,2	20	58,0	81,0	28,6	51,8
9	65,0	84,0	36,6	45,5	21	65,0	82,0	32,0	54,0
10	58,0	74,0	35,7	44,1	22	70,0	84,0	34,6	55,6
11	53,0	67,0	34,5	51,2	23	75,0	83,0	36,5	57,5
12	49,0	64,0	33,5	51,1	24	78,0	83,0	38,1	50,3

HUMEDAD RELATIVA



DIA CALIDO

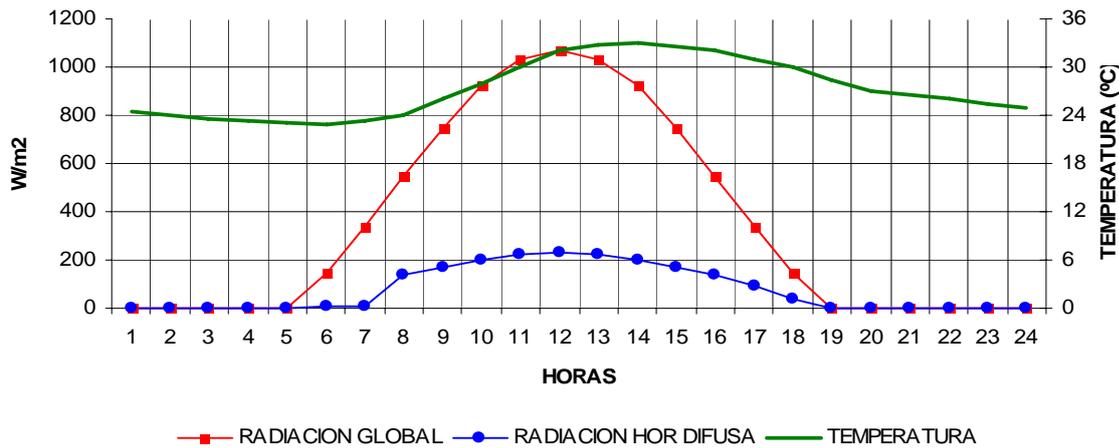
CLIMATE DATA FOR HOT CONDITION

Location: BSASMAX

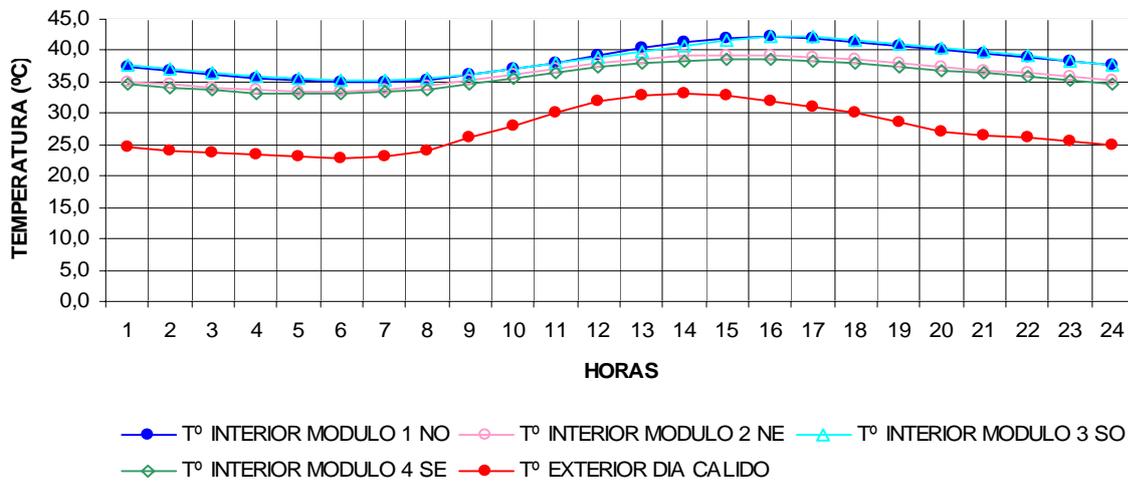
Month: DICIEMBRE

Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]		Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]	
	°C	%	Global	Diffuse		°C	%	Global	Diffuse
1	24,5	80,0	0	0	13	32,7	48,0	1030	220
2	24,0	84,0	0	0	14	33,0	46,0	920	200
3	23,6	85,0	0	0	15	32,6	45,0	750	170
4	23,3	86,0	0	0	16	32,0	46,0	550	140
5	23,0	87,0	0	0	17	31,0	48,0	340	90
6	22,8	88,0	150	4	18	30,0	49,0	150	40
7	23,2	89,0	340	9	19	28,5	53,0	0	0
8	24,0	75,0	550	140	20	27,0	58,0	0	0
9	26,0	65,0	750	170	21	26,5	65,0	0	0
10	28,0	58,0	920	200	22	26,0	70,0	0	0
11	30,0	53,0	1030	220	23	25,5	75,0	0	0
12	32,0	49,0	1070	230	24	25,0	78,0	0	0

DATOS RADIACION - DIA CALIDO



TEMPERATURAS DIA CALIDO



DIA FRIO

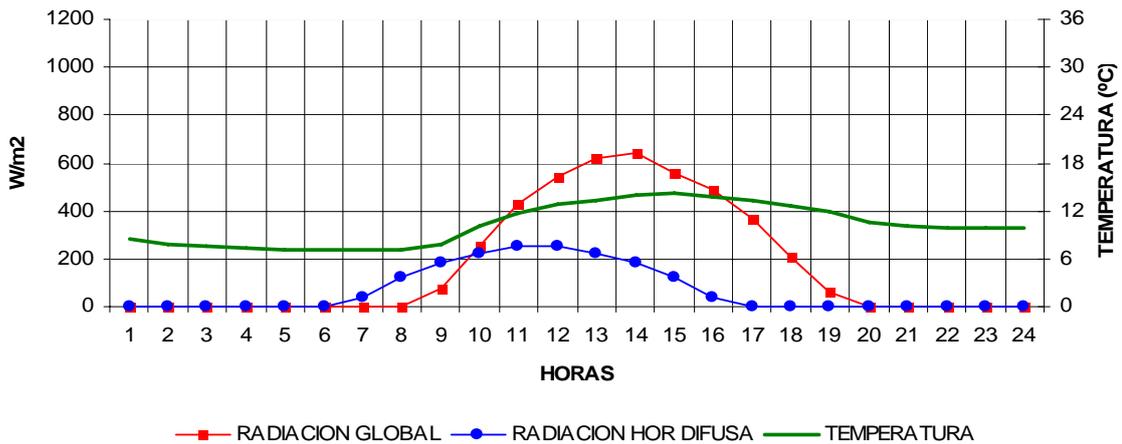
CLIMATE DATA FOR COLD CONDITION

Location: BSASMAX

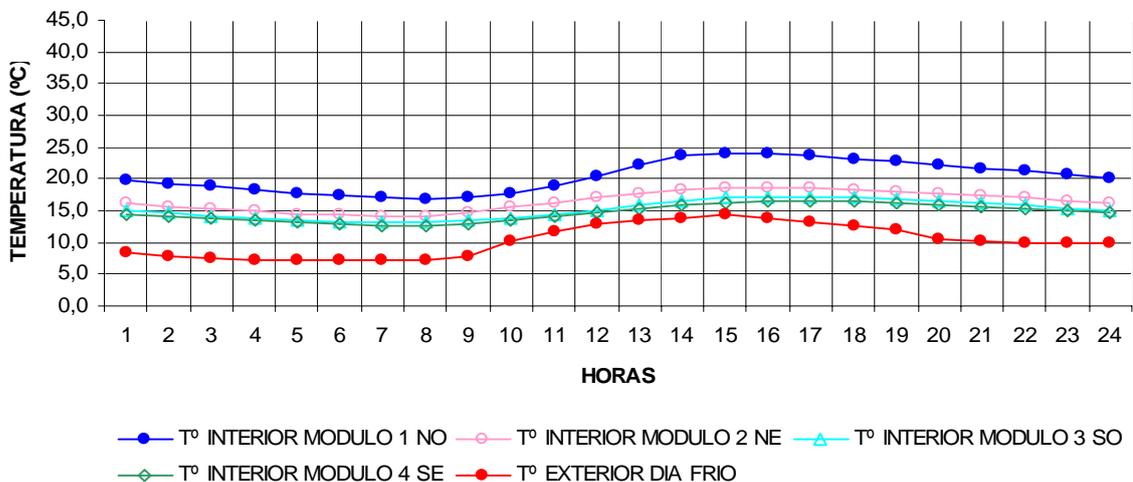
Month: JULIO

Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]		Hour	Temp	Rel Hum	Hor Rad [kW/m ²]	
	°C	%	Global	Diffuse		°C	%	Global	Diffuse
1	8,4	82,0	0	0	13	13,4	63,0	620	220
2	7,9	84,0	0	0	14	13,9	61,0	640	180
3	7,6	86,0	0	0	15	14,3	60,0	560	120
4	7,3	87,0	0	0	16	13,8	64,0	490	40
5	7,2	87,0	0	0	17	13,3	68,0	370	0
6	7,2	88,0	0	0	18	12,7	70,0	210	0
7	7,1	87,0	0	40	19	12,0	71,0	60	0
8	7,1	87,0	0	120	20	10,6	81,0	0	0
9	7,9	84,0	80	180	21	10,2	82,0	0	0
10	10,1	74,0	250	220	22	9,9	84,0	0	0
11	11,8	67,0	430	250	23	9,8	83,0	0	0
12	12,8	64,0	540	250	24	9,8	83,0	0	0

DATOS RADIACION - DIA FRIO



TEMPERATURAS DIA FRIO



**COMPORTAMIENTO MODULO CON DATOS GENERALES
 TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR DIAS CALIDOS Y FRIOS**

MODULO 1 - NO

Project: TESIS CD Zone: MODULO 1 Time: 17:07 Date: 24/11/09
 RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,4	19,9	13	32,7	13,4	40,4	22,1
2	24,0	7,9	36,8	19,3	14	33,0	13,9	41,3	23,6
3	23,6	7,6	36,2	18,8	15	32,7	14,3	41,9	24,0
4	23,3	7,3	35,7	18,2	16	32,0	13,8	42,2	23,9
5	23,0	7,2	35,3	17,8	17	31,0	13,3	42,0	23,6
6	22,8	7,2	35,1	17,3	18	30,0	12,7	41,4	23,2
7	23,2	7,1	35,1	17,0	19	28,5	12,0	40,7	22,7
8	24,0	7,1	35,4	16,8	20	27,0	10,6	40,1	22,2
9	26,0	7,9	36,1	17,0	21	26,5	10,2	39,5	21,7
10	28,0	10,1	37,0	17,7	22	26,0	9,9	38,9	21,2
11	30,0	11,8	38,1	18,8	23	25,5	9,8	38,2	20,6
12	32,0	12,8	39,3	20,3	24	25,0	9,8	37,6	20,0

MODULO 2 - NE

Project: TESIS CD Zone: MODULO 2 Time: 17:12 Date: 24/11/09
 RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	35,1	16,1	13	32,7	13,4	38,6	17,8
2	24,0	7,9	34,6	15,7	14	33,0	13,9	39,1	18,3
3	23,6	7,6	34,1	15,3	15	32,7	14,3	39,3	18,6
4	23,3	7,3	33,6	14,9	16	32,0	13,8	39,2	18,7
5	23,0	7,2	33,4	14,5	17	31,0	13,3	38,9	18,7
6	22,8	7,2	33,5	14,3	18	30,0	12,7	38,5	18,4
7	23,2	7,1	33,9	14,2	19	28,5	12,0	38,0	18,1
8	24,0	7,1	34,5	14,2	20	27,0	10,6	37,4	17,8
9	26,0	7,9	35,3	14,6	21	26,5	10,2	36,9	17,4
10	28,0	10,1	36,2	15,5	22	26,0	9,9	36,4	17,1
11	30,0	11,8	37,1	16,3	23	25,5	9,8	35,8	16,6
12	32,0	12,8	38,0	17,2	24	25,0	9,8	35,3	16,2

MODULO 3 - SO

Project: TESIS CD Zone: MODULO 3

Time: 17:35 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,6	15,0	13	32,7	13,4	39,8	15,8
2	24,0	7,9	37,0	14,6	14	33,0	13,9	40,8	16,6
3	23,6	7,6	36,4	14,2	15	32,7	14,3	41,7	17,0
4	23,3	7,3	35,9	13,9	16	32,0	13,8	42,4	17,1
5	23,0	7,2	35,5	13,6	17	31,0	13,3	42,2	17,1
6	22,8	7,2	35,2	13,3	18	30,0	12,7	41,7	17,0
7	23,2	7,1	35,3	13,2	19	28,5	12,0	41,0	16,7
8	24,0	7,1	35,6	13,1	20	27,0	10,6	40,3	16,4
9	26,0	7,9	36,2	13,4	21	26,5	10,2	39,7	16,1
10	28,0	10,1	37,1	13,9	22	26,0	9,9	39,1	15,8
11	30,0	11,8	37,9	14,5	23	25,5	9,8	38,4	15,4
12	32,0	12,8	38,9	15,1	24	25,0	9,8	37,8	15,1

MODULO 4 -SE

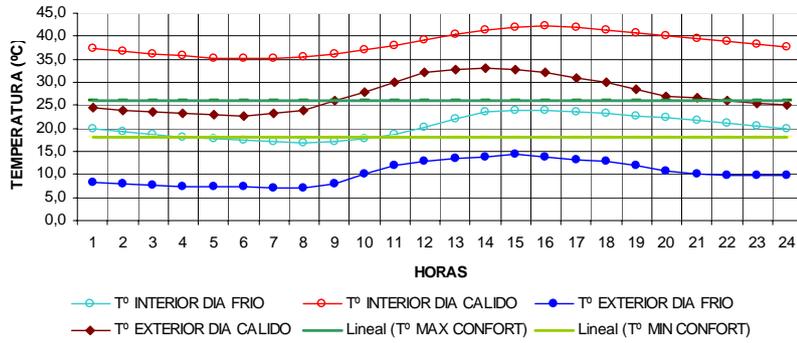
Project: TESIS CD Zone: MODULO 4

Time: 17:45 Date: 24/11/09

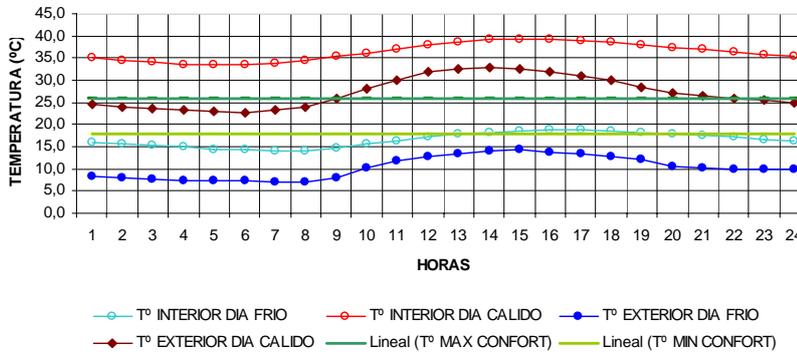
RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	34,6	14,5	13	32,7	13,4	37,9	15,4
2	24,0	7,9	34,1	14,2	14	33,0	13,9	38,4	15,9
3	23,6	7,6	33,6	13,8	15	32,7	14,3	38,6	16,3
4	23,3	7,3	33,2	13,5	16	32,0	13,8	38,6	16,5
5	23,0	7,2	33,1	13,2	17	31,0	13,3	38,3	16,5
6	22,8	7,2	33,1	12,9	18	30,0	12,7	37,9	16,4
7	23,2	7,1	33,4	12,7	19	28,5	12,0	37,4	16,2
8	24,0	7,1	33,9	12,7	20	27,0	10,6	36,8	15,9
9	26,0	7,9	34,6	12,9	21	26,5	10,2	36,4	15,6
10	28,0	10,1	35,5	13,4	22	26,0	9,9	35,9	15,3
11	30,0	11,8	36,4	14,1	23	25,5	9,8	35,3	14,9
12	32,0	12,8	37,3	14,7	24	25,0	9,8	34,8	14,6

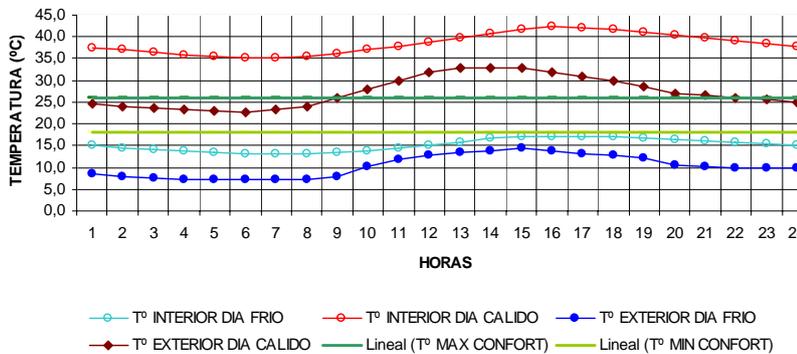
**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



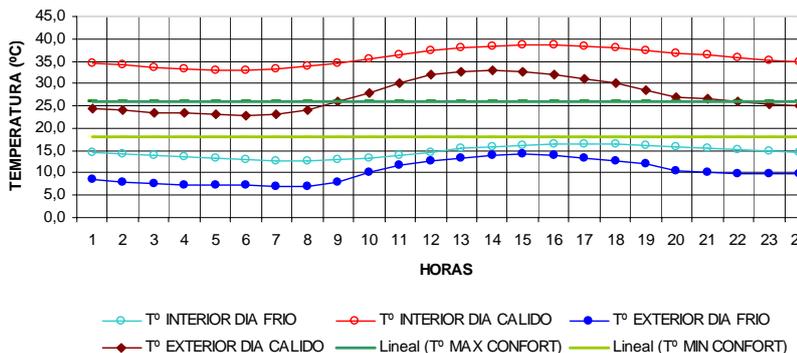
**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NE
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 SO
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 SE
 Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



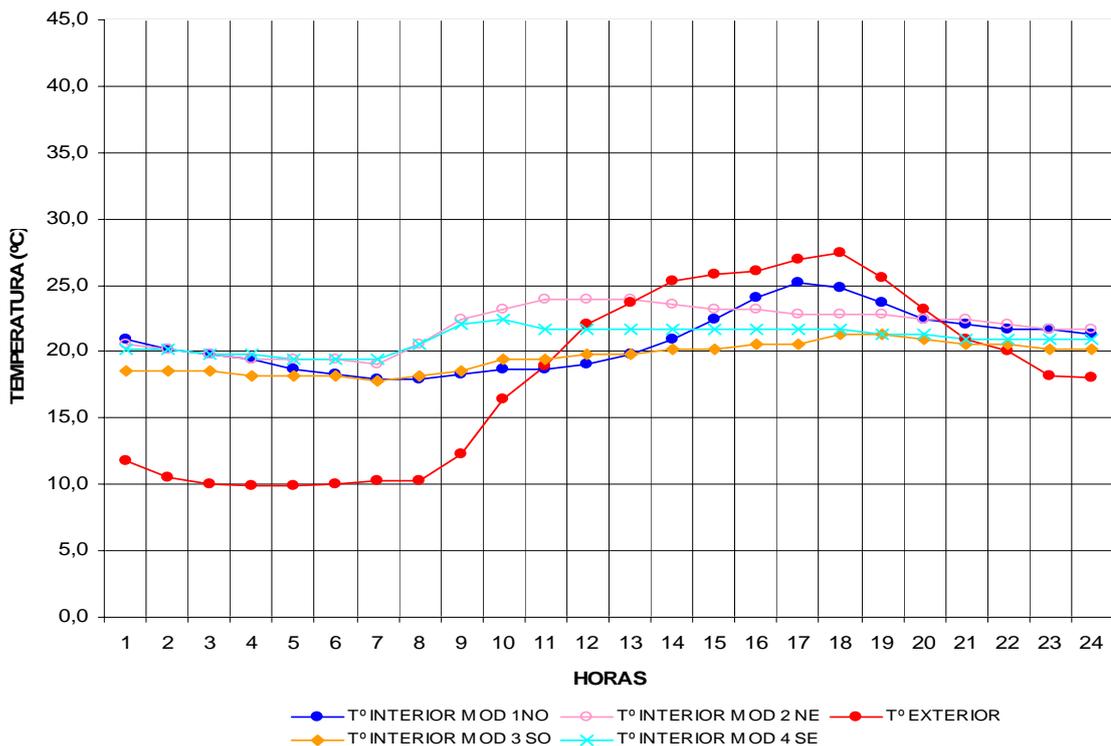
COMPARATIVA TEMPERATURAS EN SIMULACIONES

HOBOS Y QUICK C/DATOS DE TEMPERATURAS EXTERIORES REGISTRADAS EN LA CENTRAL DE DATOS UBICADA EN LA AZOTEA DEL EDIFICIO.

FECHA 01 DE OCTUBRE DE 2005

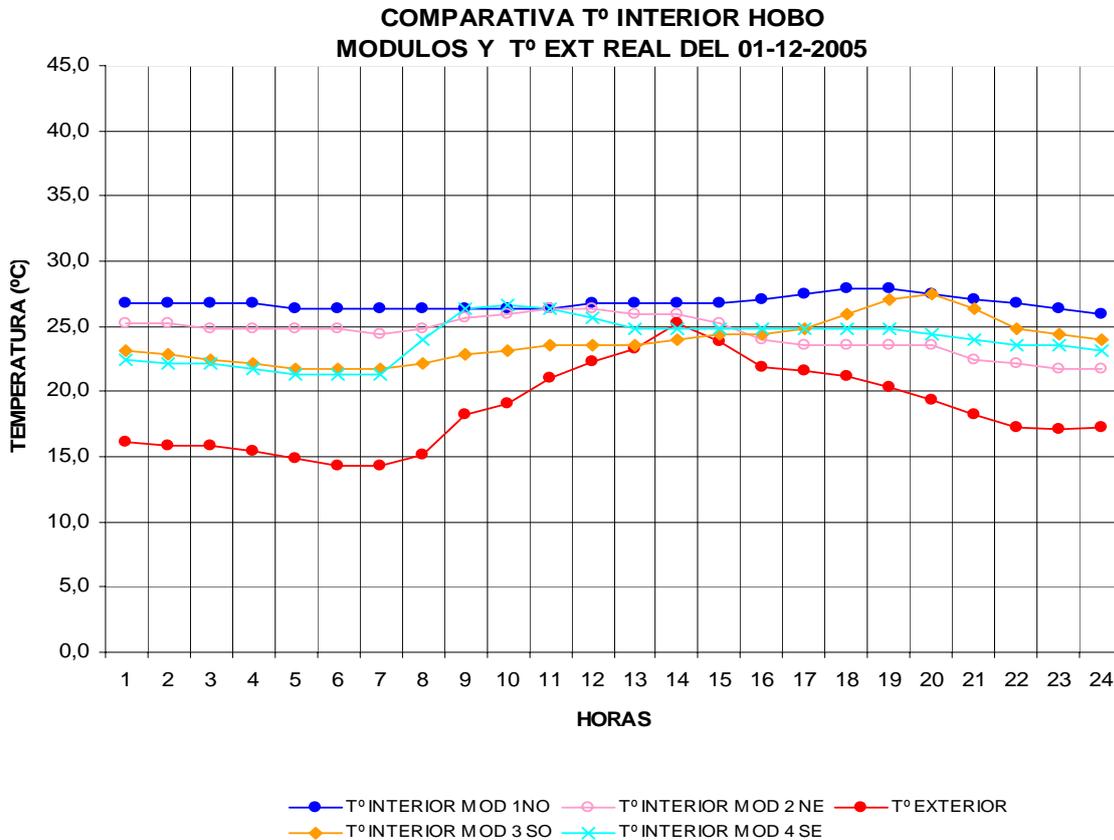
Hour	01/10/2005			MOD 1 - NO		MOD 2 - NE		MOD 3 - SO		MOD 4 - SE	
	Outdoor Temp		Rad Hor	Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp	
	T (°C)	Hum (%)		Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick
0											
1	11,8	55,1		21,0	27,7	20,5	23,6	18,6	25,2	20,2	23,1
2	10,5	62,0		20,2	26,9	20,2	22,9	18,6	24,5	20,2	22,5
3	10,0	64,8		19,8	26,1	19,8	22,4	18,6	23,8	19,8	21,9
4	9,9	66,7		19,4	25,5	19,4	21,8	18,2	23,2	19,8	21,4
5	9,8	61,7		18,7	24,8	19,4	21,3	18,2	22,7	19,4	20,9
6	10,1	56,0	0,00	18,3	24,3	19,4	20,9	18,2	22,2	19,4	20,5
7	10,2	56,0	0,01	17,9	23,8	19,0	20,5	17,8	21,8	19,4	20,1
8	10,3	56,3	16,19	17,9	23,4	20,5	20,4	18,2	21,5	20,5	19,9
9	12,3	50,8	124,99	18,3	23,6	22,4	20,8	18,6	21,7	22,1	20,1
10	16,4	37,9	339,90	18,7	24,4	23,2	21,6	19,4	22,3	22,4	20,9
11	18,9	33,4	541,10	18,7	25,3	24,0	22,4	19,4	23,0	21,7	21,6
12	22,1	30,9	697,82	19,0	26,7	24,0	23,3	19,8	23,9	21,7	22,5
13	23,7	28,7	804,58	19,8	28,3	24,0	24,2	19,8	24,9	21,7	23,4
14	25,4	24,1	859,10	21,0	29,9	23,6	25,0	20,2	26,3	21,7	24,3
15	25,8	23,7	845,41	22,5	31,2	23,2	25,7	20,2	27,7	21,7	24,9
16	26,0	23,4	771,27	24,0	31,8	23,2	26,2	20,5	28,3	21,7	25,5
17	26,9	23,9	643,98	25,2	32,0	22,8	26,6	20,5	28,7	21,7	25,9
18	27,4	25,1	463,99	24,8	31,9	22,8	26,8	21,3	28,8	21,7	26,1
19	25,6	27,3	229,17	23,6	31,4	22,8	26,5	21,3	28,4	21,3	25,8
20	23,2	31,9	36,26	22,5	31,0	22,4	26,2	20,9	28,0	21,3	25,6
21	21,0	38,6	0,16	22,1	30,4	22,4	25,7	20,5	27,5	20,9	25,2
22	20,1	41,3		21,7	29,8	22,1	25,4	20,5	27,1	20,9	24,8
23	18,1	72,9		21,7	29,0	21,7	24,8	20,2	26,4	20,9	24,2
24	18,0	50,0		21,3	28,4	21,7	24,3	20,2	25,9	20,9	23,8

COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
MODULOS Y T° EXT REAL DEL 01-10-2005



FECHA 01 DE DICIEMBRE DE 2005

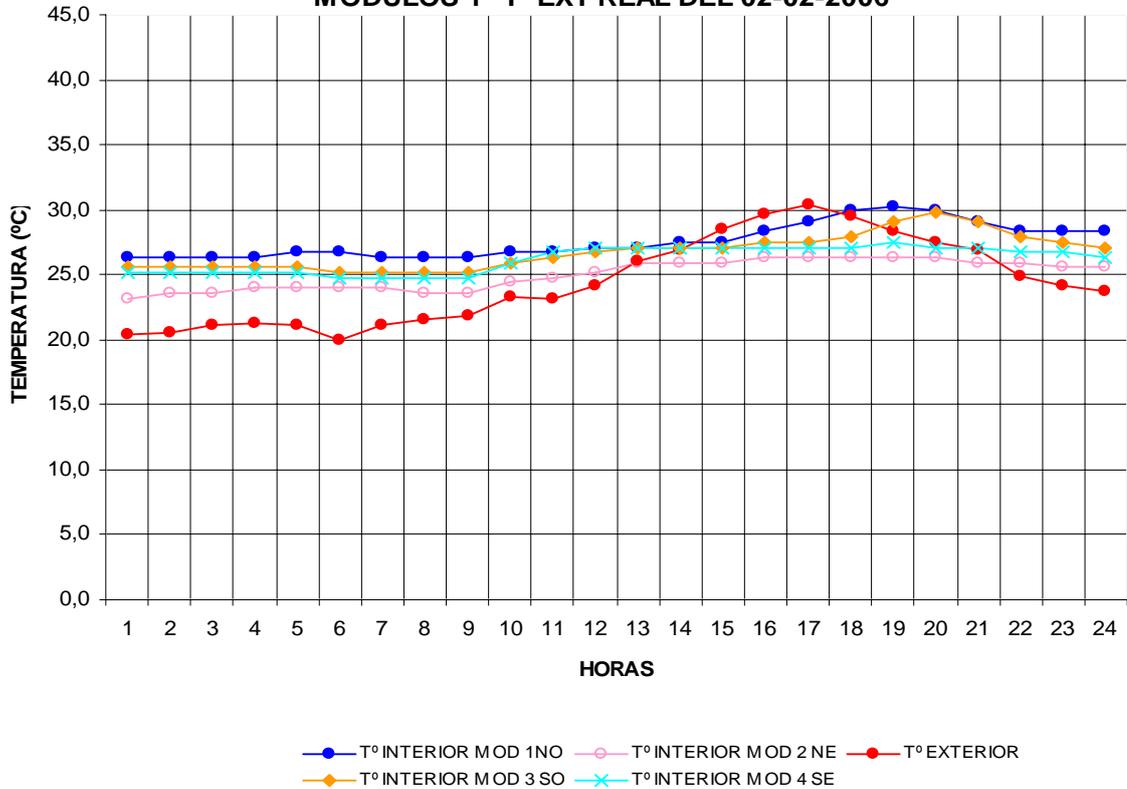
Hour	01/12/2005			MOD 1 - NO		MOD 2 - NE		MOD 3 - SO		MOD 4 - SE	
	Outdoor Temp	Rad Hor		Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp	
0	T (°C)	Hum (%)		Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick
1	16,2	62,1		26,7	30,3	25,2	26,1	23,2	29,8	22,4	25,9
2	15,9	58,7		26,7	29,7	25,2	25,6	22,8	29,1	22,1	25,4
3	15,8	56,8		26,7	29,1	24,8	25,2	22,4	28,6	22,1	25,0
4	15,5	57,7		26,7	28,5	24,8	24,7	22,1	28,0	21,7	24,5
5	14,9	58,2		26,3	27,9	24,8	24,3	21,7	27,4	21,3	24,1
6	14,2	61,4	0,00	26,3	27,3	24,8	23,9	21,7	26,9	21,3	23,7
7	14,3	61,3	67,18	26,3	27,0	24,4	23,7	21,7	26,5	21,3	23,5
8	15,1	57,2	98,02	26,3	26,9	24,8	23,8	22,1	26,5	24,0	23,6
9	18,2	48,2	304,15	26,3	27,2	25,6	24,3	22,8	26,8	26,3	24,0
10	19,1	46,5	517,15	26,3	27,7	25,9	24,9	23,2	27,3	26,7	24,6
11	21,0	42,2	718,57	26,3	28,5	26,3	25,6	23,6	27,9	26,3	25,3
12	22,3	27,5	863,20	26,7	29,5	26,3	26,4	23,6	28,7	25,6	26,1
13	23,3	22,5	976,35	26,7	30,7	25,9	27,2	23,6	29,8	24,8	26,9
14	25,3	18,7	1021,70	26,7	32,2	25,9	28,0	24,0	31,3	24,8	27,7
15	23,9	27,0	1032,70	26,7	33,4	25,2	28,5	24,4	32,6	24,8	28,2
16	21,9	42,8	977,03	27,1	34,3	24,0	28,7	24,4	33,5	24,8	28,5
17	21,6	45,1	852,02	27,5	34,5	23,6	28,9	24,8	33,8	24,8	28,7
18	21,1	45,6	675,23	27,9	34,2	23,6	28,9	25,9	33,6	24,8	28,7
19	20,4	52,3	471,29	27,9	33,8	23,6	28,7	27,1	33,2	24,8	28,5
20	19,3	57,8	247,99	27,5	33,2	23,6	28,3	27,5	32,6	24,4	28,0
21	18,3	60,5	51,41	27,1	32,5	22,4	27,8	26,3	31,9	24,0	27,6
22	17,3	66,1		26,7	31,8	22,1	27,3	24,8	31,3	23,6	27,0
23	17,2	68,9		26,3	31,1	21,7	26,7	24,4	30,6	23,6	26,5
24	17,3	68,7		26,0	30,5	21,7	26,3	24,0	30,0	23,2	26,1



FECHA 02 DE FEBRERO DE 2006

Hour	02/02/2006			MOD 1 - NO		MOD 2 - NE		MOD 3 - SO		MOD 4 - SE	
	Outdoor Temp		Rad Hor	Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp	
	T (°C)	Hum (%)		Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick
0											
1	20,4	83,4		26,3	35,4	23,2	31,1	25,6	35,0	25,2	31,0
2	20,5	88,1		26,3	34,8	23,6	30,7	25,6	34,4	25,2	30,6
3	21,1	83,7		26,3	34,3	23,6	30,3	25,6	33,9	25,2	30,2
4	21,2	86,2		26,3	33,8	24,0	29,9	25,6	33,4	25,2	29,8
5	21,1	87,0		26,7	33,2	24,0	29,5	25,6	32,8	25,2	29,4
6	19,9	94,0	0,03	26,7	32,6	24,0	29,1	25,2	32,3	24,8	29,0
7	21,1	86,3	0,03	26,3	32,3	24,0	28,9	25,2	32,0	24,8	28,8
8	21,6	86,2	33,05	26,3	32,0	23,6	28,8	25,2	31,7	24,8	28,6
9	21,8	88,4	58,00	26,3	31,9	23,6	28,8	25,2	31,6	24,8	28,7
10	23,3	80,9	459,09	26,7	32,2	24,4	29,2	25,9	31,8	25,9	29,0
11	23,2	81,9	296,81	26,7	32,6	24,8	29,6	26,3	32,1	26,7	29,4
12	24,2	77,5	830,12	27,1	33,4	25,2	30,2	26,7	32,7	27,1	30,0
13	26,0	69,5	815,30	27,1	34,6	25,9	30,9	27,1	33,8	27,1	30,8
14	26,9	68,3	990,49	27,5	36,0	25,9	31,7	27,1	35,2	27,1	31,5
15	28,5	61,4	1032,00	27,5	37,5	25,9	32,5	27,1	36,8	27,1	32,3
16	29,7	58,4	985,02	28,3	38,8	26,3	33,2	27,5	38,2	27,1	33,0
17	30,4	53,8	894,91	29,1	39,3	26,3	33,6	27,5	38,7	27,1	33,5
18	29,6	59,9	730,44	29,9	39,2	26,3	33,8	27,9	38,7	27,1	33,7
19	28,4	66,4	568,93	30,3	38,9	26,3	33,7	29,1	38,4	27,5	33,6
20	27,4	72,6	276,91	29,9	38,5	26,3	33,4	29,8	38,0	27,1	33,3
21	26,8	75,2	79,11	29,1	37,9	25,9	33,1	29,1	37,4	27,1	33,0
22	24,9	85,1		28,3	37,2	25,9	32,6	27,9	36,8	26,7	32,5
23	24,2	85,6		28,3	36,5	25,6	32,0	27,5	36,1	26,7	31,9
24	23,7	87,2		28,3	35,9	25,6	31,5	27,1	35,4	26,3	31,4

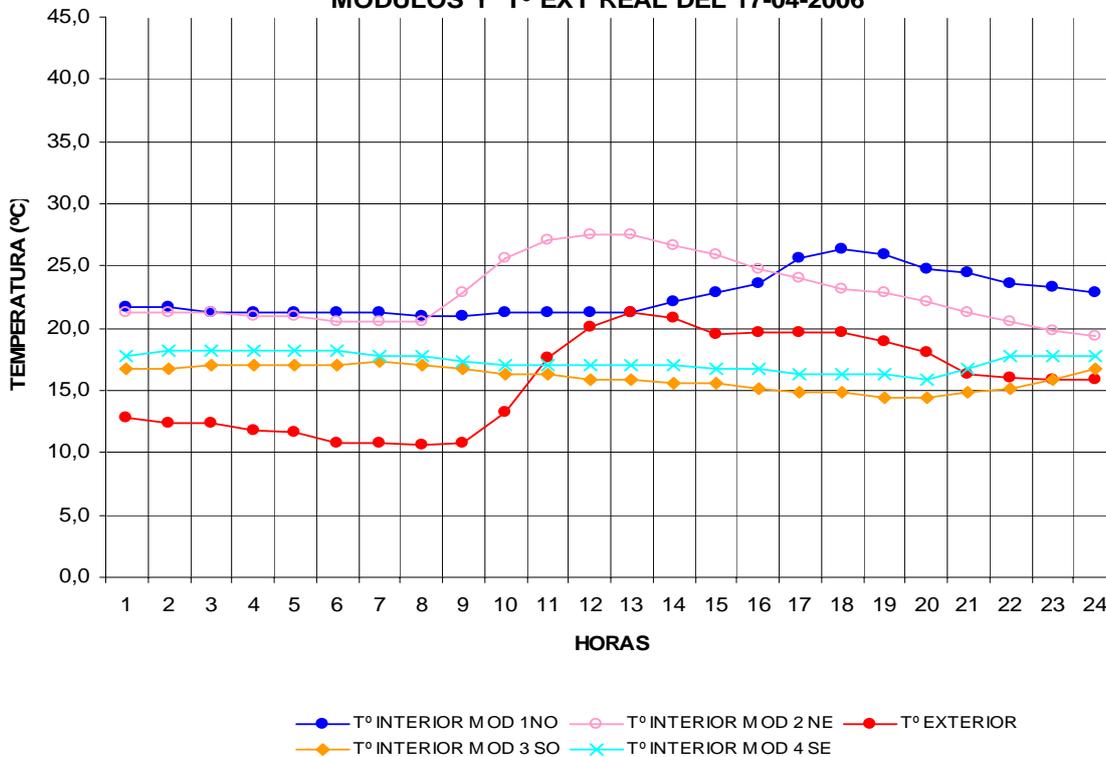
**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 02-02-2006**



FECHA 17 DE ABRIL DE 2006

Hour	17/04/2006			MOD 1 - NO		MOD 2 - NE		MOD 3 - SO		MOD 4 - SE	
	Outdoor Temp		Rad Hor	Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp		Indoor Temp	
	T (°C)	Hum (%)		Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick	Hobo	Quick
0	12,8	56,1		21,7	21,2	21,3	19,2	16,7	23,1	17,8	19,4
1	12,4	59,5		21,7	20,7	21,3	18,8	16,7	22,6	18,2	19,0
2	12,3	58,3		21,3	20,3	21,3	18,5	17,1	22,2	18,2	18,7
3	11,8	61,0		21,3	19,9	20,9	18,2	17,1	21,7	18,2	18,3
4	11,7	57,9		21,3	19,5	20,9	17,8	17,1	21,2	18,2	18,0
5	10,8	60,3	0,01	21,3	19,1	20,5	17,5	17,1	20,7	18,2	17,6
6	10,8	58,8	0,01	21,3	18,7	20,5	17,2	17,4	20,3	17,8	17,3
7	10,6	60,8	0,01	21,0	18,4	20,5	16,9	17,1	19,9	17,8	17,1
8	10,7	63,1	27,34	21,0	18,3	22,8	16,9	16,7	19,8	17,4	17,0
9	13,2	54,8	122,68	21,3	18,7	25,6	17,3	16,3	20,2	17,1	17,6
10	17,6	40,5	310,77	21,3	19,5	27,1	18,1	16,3	20,9	17,1	18,4
11	20,1	33,8	475,17	21,3	20,2	27,5	18,9	15,9	21,8	17,1	19,1
12	21,2	34,5	616,38	21,3	20,9	27,5	19,6	15,9	22,7	17,1	19,8
13	20,9	39,0	694,62	22,1	21,5	26,7	20,1	15,6	23,8	17,1	20,3
14	19,5	42,6	697,59	22,9	22,3	25,9	20,5	15,6	25,0	16,7	20,7
15	19,6	46,3	657,89	23,6	23,4	24,8	20,9	15,2	26,0	16,7	21,1
16	19,6	48,0	549,99	25,6	23,7	24,0	21,1	14,8	26,3	16,3	21,3
17	19,7	49,8	387,46	26,3	23,6	23,2	21,2	14,8	26,1	16,3	21,4
18	18,9	53,7	193,19	26,0	23,4	22,8	21,0	14,4	25,8	16,3	21,2
19	18,1	57,3	20,70	24,8	23,1	22,1	20,8	14,4	25,4	15,9	21,0
20	16,3	65,9	0,01	24,4	22,6	21,3	20,4	14,8	24,9	16,7	20,6
21	16,0	65,2		23,6	22,3	20,5	20,2	15,2	24,5	17,8	20,4
22	15,9	67,4		23,2	21,9	19,8	19,9	15,9	24,0	17,8	20,0
23	15,8	71,3		22,9	21,5	19,4	19,6	16,7	23,5	17,8	19,7

**COMPARATIVA T° INTERIOR HOBO
 MODULOS Y T° EXT REAL DEL 17-04-2006**



REGISTROS DE MODULOS MODIFICADOS EN QUICK

MODULO 1 - (NO) MODIFICADO (ALERO 40)

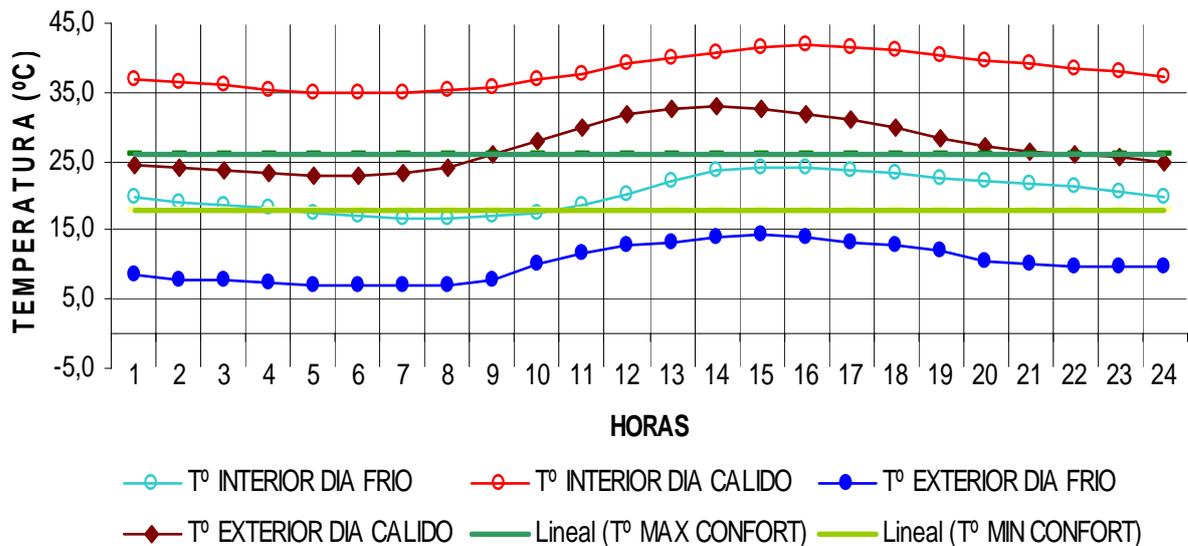
Project: TESIS CD Zone: MODULO 1

Time: 17:07 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,0	19,7	13	32,7	13,4	40,0	22,1
2	24,0	7,9	36,5	19,1	14	33,0	13,9	40,8	23,6
3	23,6	7,6	35,9	18,6	15	32,7	14,3	41,5	24,0
4	23,3	7,3	35,4	18,1	16	32,0	13,8	41,8	23,9
5	23,0	7,2	35,0	17,6	17	31,0	13,3	41,5	23,6
6	22,8	7,2	34,8	17,2	18	30,0	12,7	41,0	23,2
7	23,2	7,1	34,9	16,8	19	28,5	12,0	40,3	22,7
8	24,0	7,1	35,2	16,7	20	27,0	10,6	39,7	22,2
9	26,0	7,9	35,8	16,9	21	26,5	10,2	39,1	21,7
10	28,0	10,1	36,8	17,6	22	26,0	9,9	38,5	21,2
11	30,0	11,8	37,8	18,7	23	25,5	9,8	37,9	20,6
12	32,0	12,8	39,0	20,1	24	25,0	9,8	37,3	20,0

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX



MODULO 2 - (NE) MODIFICADO (ALERO 40)

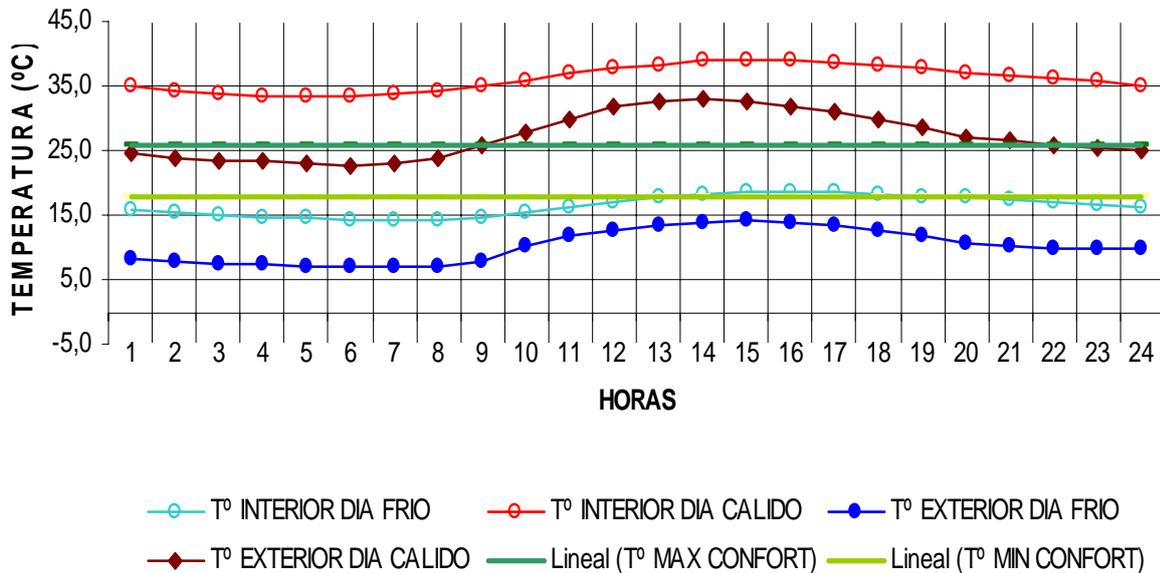
Project: TESIS CD Zone: MODULO 2

Time: 17:12 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	34,9	16,0	13	32,7	13,4	38,4	17,7
2	24,0	7,9	34,4	15,6	14	33,0	13,9	38,9	18,2
3	23,6	7,6	33,9	15,2	15	32,7	14,3	39,1	18,5
4	23,3	7,3	33,5	14,8	16	32,0	13,8	39,1	18,6
5	23,0	7,2	33,3	14,5	17	31,0	13,3	38,8	18,5
6	22,8	7,2	33,4	14,2	18	30,0	12,7	38,3	18,3
7	23,2	7,1	33,7	14,1	19	28,5	12,0	37,8	18,0
8	24,0	7,1	34,3	14,2	20	27,0	10,6	37,2	17,7
9	26,0	7,9	35,0	14,6	21	26,5	10,2	36,8	17,3
10	28,0	10,1	36,0	15,4	22	26,0	9,9	36,3	17,0
11	30,0	11,8	36,9	16,2	23	25,5	9,8	35,7	16,5
12	32,0	12,8	37,8	17,0	24	25,0	9,8	35,2	16,1

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NE MODIFICADO (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX



MODULO 3 - (SO) MODIFICADO (ALERO 60)

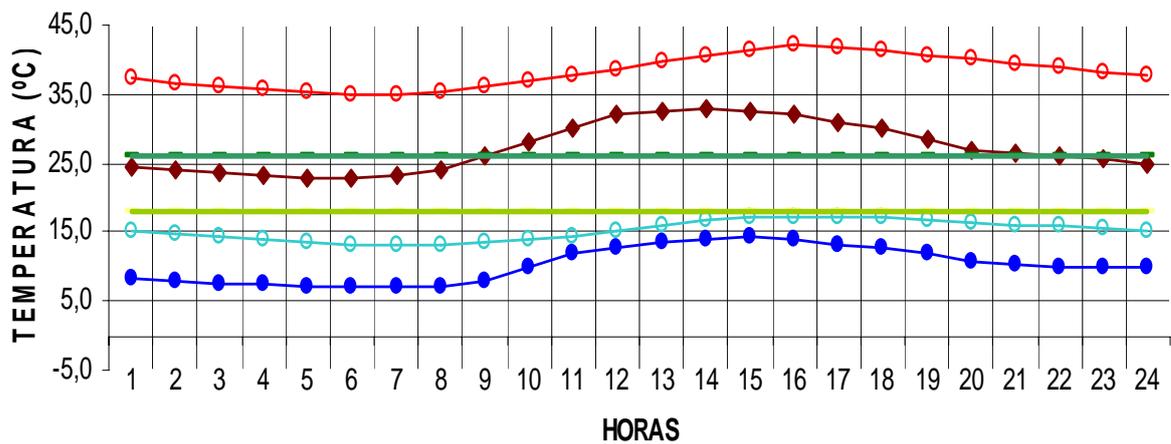
Project: TESIS CD Zone: MODULO 3

Time: 17:35 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	37,3	15,0	13	32,7	13,4	39,6	15,8
2	24,0	7,9	36,7	14,6	14	33,0	13,9	40,5	16,6
3	23,6	7,6	36,1	14,2	15	32,7	14,3	41,4	17,0
4	23,3	7,3	35,6	13,9	16	32,0	13,8	42,1	17,1
5	23,0	7,2	35,2	13,6	17	31,0	13,3	41,9	17,1
6	22,8	7,2	35,0	13,3	18	30,0	12,7	41,3	17,0
7	23,2	7,1	35,1	13,2	19	28,5	12,0	40,7	16,7
8	24,0	7,1	35,4	13,1	20	27,0	10,6	40,0	16,4
9	26,0	7,9	36,0	13,4	21	26,5	10,2	39,4	16,1
10	28,0	10,1	36,9	13,9	22	26,0	9,9	38,8	15,8
11	30,0	11,8	37,8	14,5	23	25,5	9,8	38,2	15,4
12	32,0	12,8	38,7	15,1	24	25,0	9,8	37,6	15,1

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 SO MODIFICADO
 (ALERO 60) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



—○— T° INTERIOR DIA FRIO
 —○— T° INTERIOR DIA CALIDO
 —●— T° EXTERIOR DIA FRIO
—◆— T° EXTERIOR DIA CALIDO
 — Lineal (T° MAX CONFORT)
 — Lineal (T° MIN CONFORT)

MEDICIONES EN QUICK MODULO SIN ALERO ORIGINAL

MODULO 1 - (NO) SIN ALERO ORIGINAL

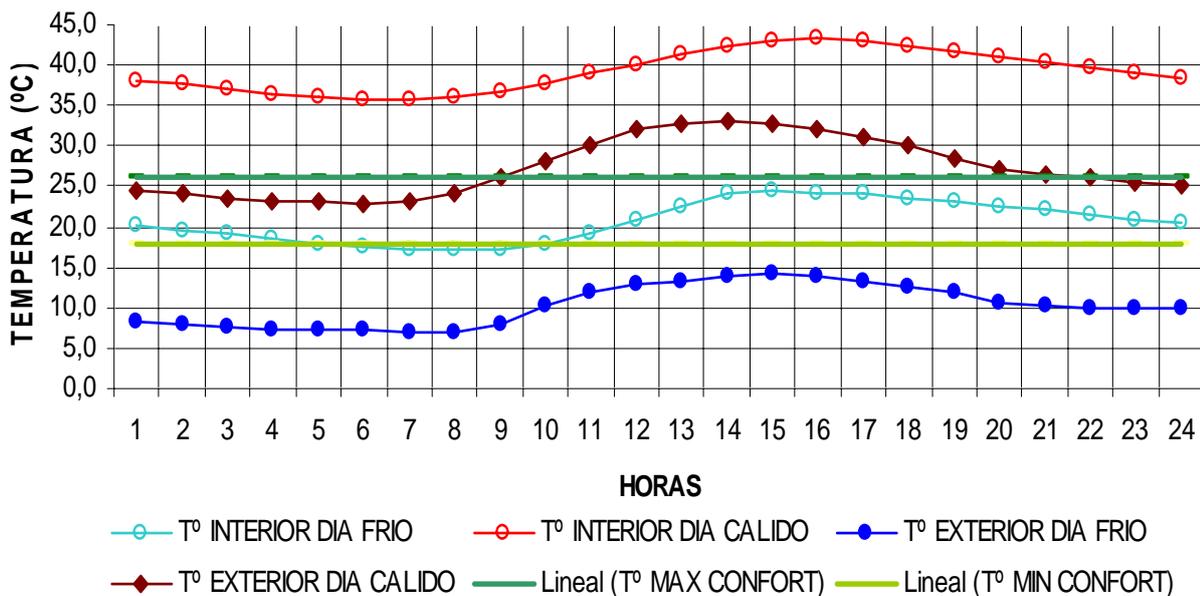
Project: TESIS CD Zone: MODULO 1S

Time: 16:21 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	38,2	20,2	13	32,7	13,4	41,4	22,6
2	24,0	7,9	37,6	19,6	14	33,0	13,9	42,3	24,1
3	23,6	7,6	37,0	19,1	15	32,7	14,3	43,0	24,4
4	23,3	7,3	36,4	18,6	16	32,0	13,8	43,4	24,3
5	23,0	7,2	36,0	18,0	17	31,0	13,3	43,0	24,1
6	22,8	7,2	35,8	17,6	18	30,0	12,7	42,4	23,6
7	23,2	7,1	35,8	17,2	19	28,5	12,0	41,8	23,1
8	24,0	7,1	36,1	17,1	20	27,0	10,6	41,1	22,6
9	26,0	7,9	36,7	17,3	21	26,5	10,2	40,4	22,1
10	28,0	10,1	37,8	18,0	22	26,0	9,9	39,8	21,5
11	30,0	11,8	38,9	19,2	23	25,5	9,8	39,1	20,9
12	32,0	12,8	40,2	20,7	24	25,0	9,8	38,4	20,4

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO
 (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX



MODULO 2 - (NE) SIN NINGUN ALERO

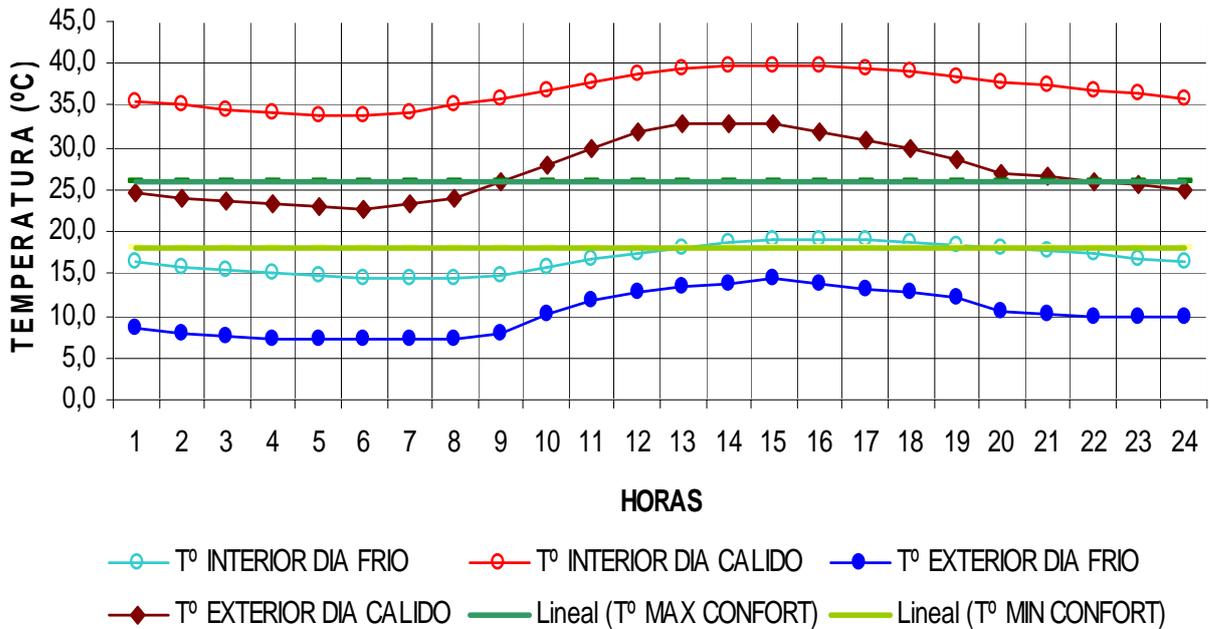
Project: TESIS CD Zone: MODULO 2S

Time: 16:30 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	35,5	16,3	13	32,7	13,4	39,3	18,2
2	24,0	7,9	35,0	15,9	14	33,0	13,9	39,7	18,7
3	23,6	7,6	34,4	15,5	15	32,7	14,3	39,9	18,9
4	23,3	7,3	34,0	15,1	16	32,0	13,8	39,8	19,0
5	23,0	7,2	33,8	14,7	17	31,0	13,3	39,5	19,0
6	22,8	7,2	33,9	14,5	18	30,0	12,7	39,0	18,7
7	23,2	7,1	34,3	14,3	19	28,5	12,0	38,5	18,4
8	24,0	7,1	35,0	14,4	20	27,0	10,6	37,9	18,0
9	26,0	7,9	35,9	14,8	21	26,5	10,2	37,4	17,7
10	28,0	10,1	36,9	15,7	22	26,0	9,9	36,9	17,3
11	30,0	11,8	37,8	16,6	23	25,5	9,8	36,3	16,9
12	32,0	12,8	38,7	17,5	24	25,0	9,8	35,7	16,5

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO
 (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



MODULO 3 - (SO) SIN NINGUN ALERO

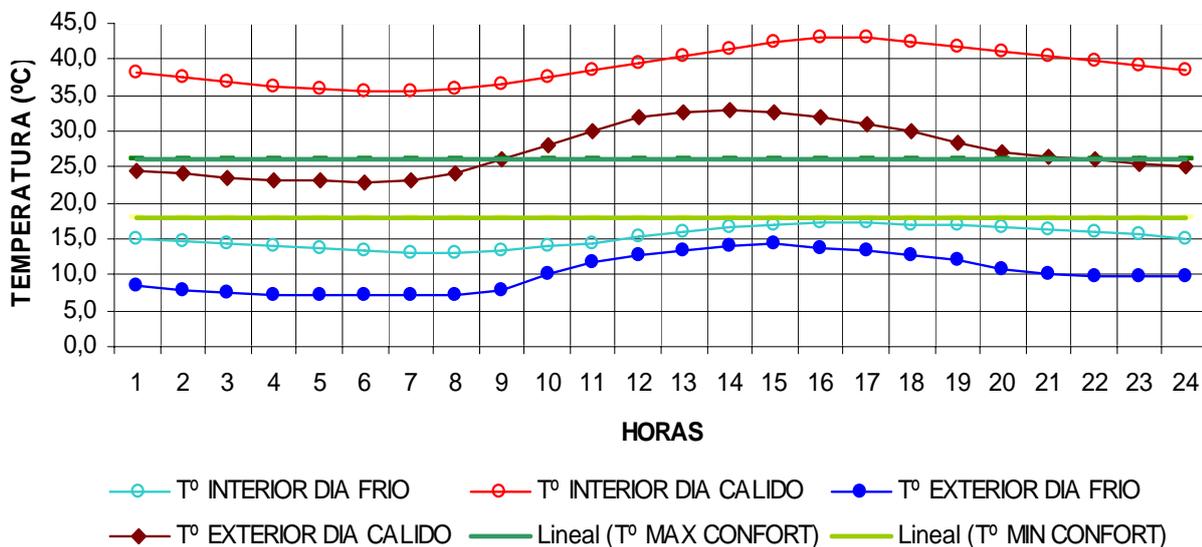
Project: TESIS CD Zone: MODULO 3S

Time: 16:35 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	38,1	15,0	13	32,7	13,4	40,4	15,9
2	24,0	7,9	37,5	14,7	14	33,0	13,9	41,5	16,6
3	23,6	7,6	36,9	14,3	15	32,7	14,3	42,5	17,1
4	23,3	7,3	36,3	13,9	16	32,0	13,8	43,2	17,2
5	23,0	7,2	35,9	13,6	17	31,0	13,3	43,0	17,2
6	22,8	7,2	35,7	13,4	18	30,0	12,7	42,4	17,1
7	23,2	7,1	35,7	13,2	19	28,5	12,0	41,7	16,8
8	24,0	7,1	36,0	13,2	20	27,0	10,6	41,0	16,5
9	26,0	7,9	36,6	13,4	21	26,5	10,2	40,4	16,2
10	28,0	10,1	37,5	13,9	22	26,0	9,9	39,7	15,9
11	30,0	11,8	38,4	14,5	23	25,5	9,8	39,0	15,5
12	32,0	12,8	39,4	15,2	24	25,0	9,8	38,4	15,1

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO
 (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**



MEDICIONES EN QUICK MODULO MODIFICADO CON VIDRIO DE 25% DE TRANSMISION

MODULO 1 - (NO) MODIFICADO CON VIDRIO 25% TRANSMITANCIA

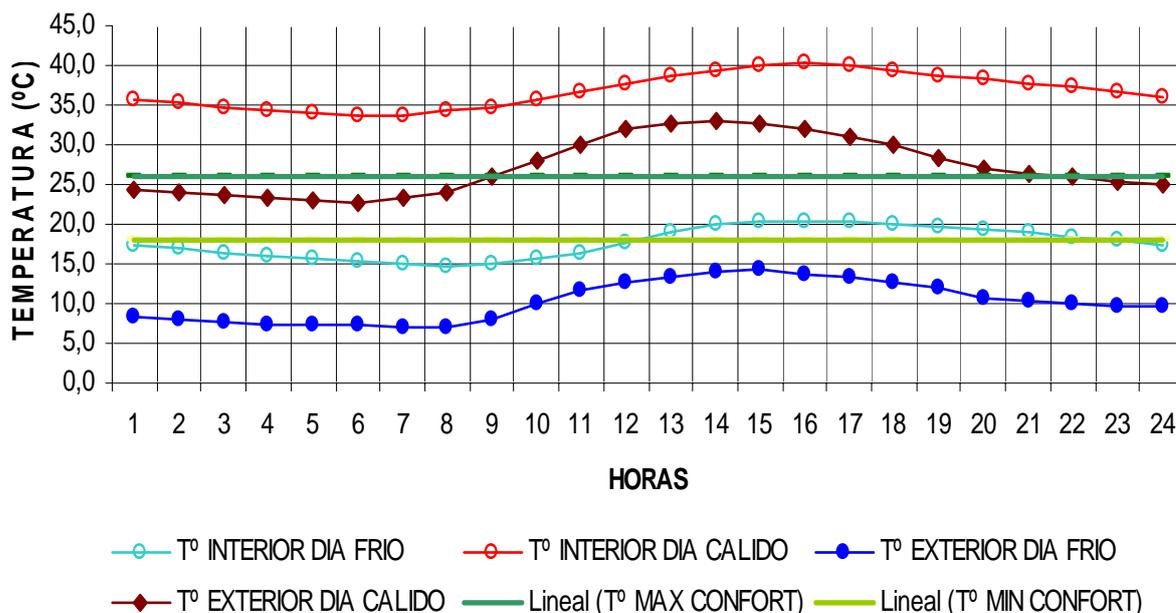
Project: TESIS CD Zone: MODULO 1M

Time: 16:40 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	35,8	17,4	13	32,7	13,4	38,7	19,0
2	24,0	7,9	35,2	16,9	14	33,0	13,9	39,5	20,0
3	23,6	7,6	34,7	16,5	15	32,7	14,3	40,0	20,4
4	23,3	7,3	34,2	16,0	16	32,0	13,8	40,2	20,5
5	23,0	7,2	33,9	15,6	17	31,0	13,3	39,9	20,4
6	22,8	7,2	33,7	15,3	18	30,0	12,7	39,4	20,1
7	23,2	7,1	33,8	15,0	19	28,5	12,0	38,8	19,7
8	24,0	7,1	34,2	14,8	20	27,0	10,6	38,2	19,3
9	26,0	7,9	34,8	15,0	21	26,5	10,2	37,7	18,9
10	28,0	10,1	35,8	15,7	22	26,0	9,9	37,2	18,5
11	30,0	11,8	36,8	16,5	23	25,5	9,8	36,6	18,0
12	32,0	12,8	37,8	17,7	24	25,0	9,8	36,0	17,5

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX



MODULO 2 - (NE) MODIFICADO CON VIDRIO 25% TRANSMITANCIA

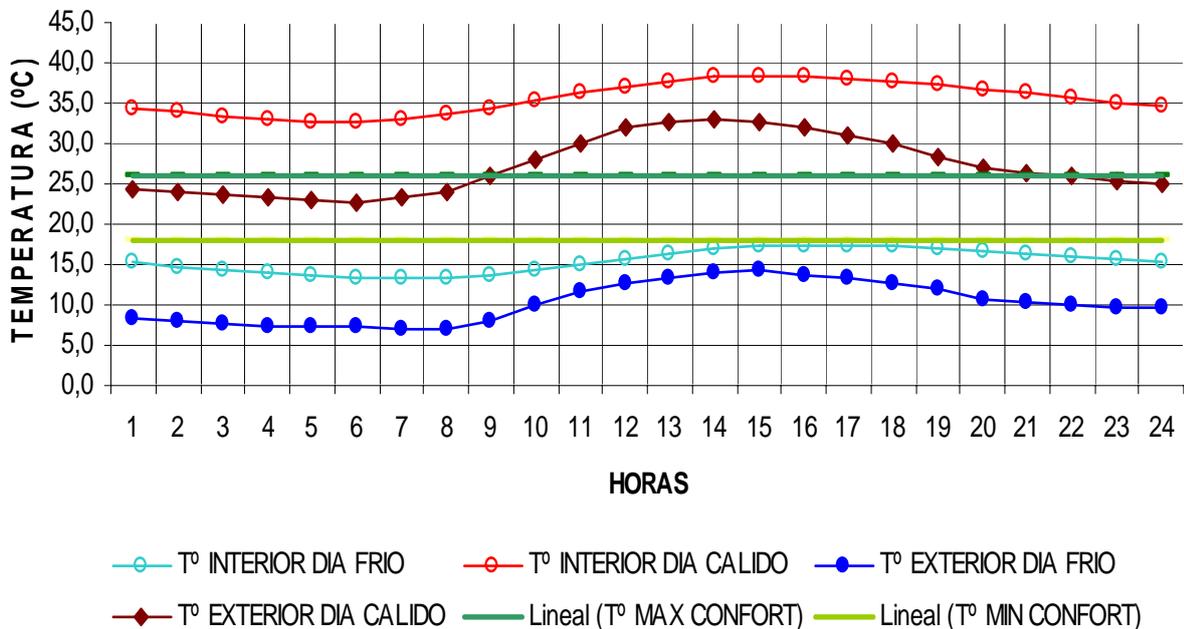
Project: TESIS CD Zone: MODULO 2M

Time: 16:42 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	34,4	15,2	13	32,7	13,4	37,7	16,4
2	24,0	7,9	33,9	14,8	14	33,0	13,9	38,2	16,9
3	23,6	7,6	33,4	14,4	15	32,7	14,3	38,4	17,3
4	23,3	7,3	33,0	14,1	16	32,0	13,8	38,4	17,4
5	23,0	7,2	32,8	13,7	17	31,0	13,3	38,1	17,4
6	22,8	7,2	32,8	13,5	18	30,0	12,7	37,7	17,3
7	23,2	7,1	33,1	13,3	19	28,5	12,0	37,2	17,0
8	24,0	7,1	33,6	13,3	20	27,0	10,6	36,6	16,7
9	26,0	7,9	34,3	13,6	21	26,5	10,2	36,2	16,4
10	28,0	10,1	35,3	14,3	22	26,0	9,9	35,7	16,1
11	30,0	11,8	36,2	15,1	23	25,5	9,8	35,1	15,7
12	32,0	12,8	37,1	15,8	24	25,0	9,8	34,6	15,3

TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX



MODULO 3 - (SO) MODIFICADO CON VIDRIO 25% TRANSMITANCIA

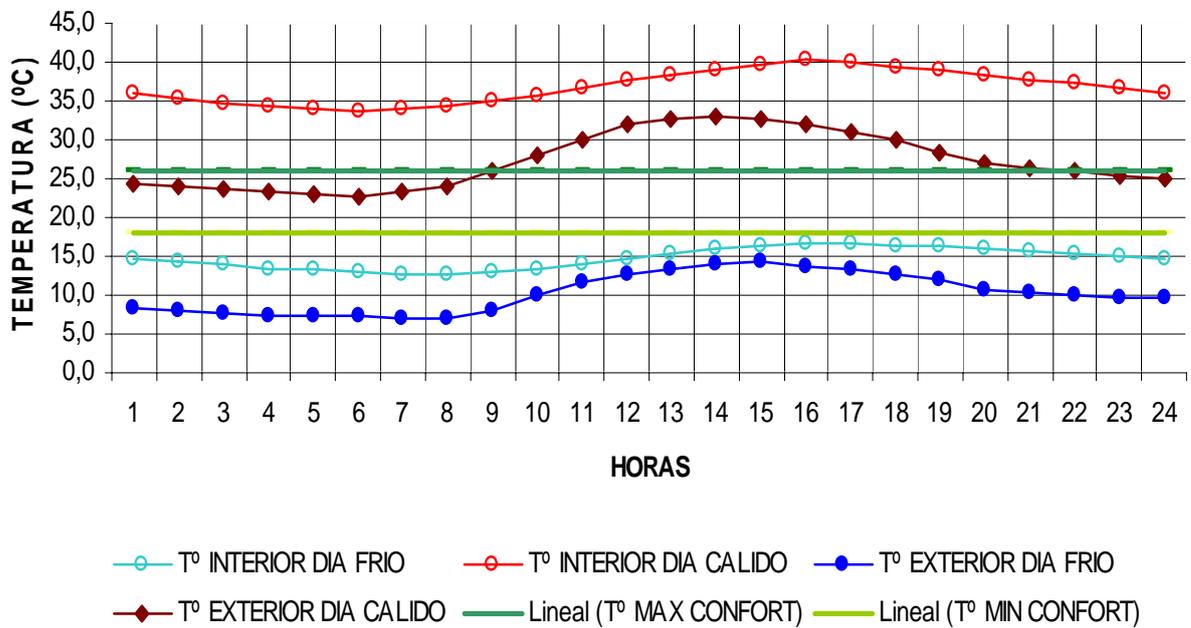
Project: TESIS CD Zone: MODULO 3MO

Time: 16:43 Date: 12/01/10

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	35,9	14,6	13	32,7	13,4	38,4	15,3
2	24,0	7,9	35,3	14,2	14	33,0	13,9	39,1	16,0
3	23,6	7,6	34,8	13,9	15	32,7	14,3	39,8	16,4
4	23,3	7,3	34,3	13,5	16	32,0	13,8	40,2	16,6
5	23,0	7,2	34,0	13,2	17	31,0	13,3	40,0	16,6
6	22,8	7,2	33,8	13,0	18	30,0	12,7	39,5	16,5
7	23,2	7,1	33,9	12,8	19	28,5	12,0	38,9	16,2
8	24,0	7,1	34,2	12,8	20	27,0	10,6	38,3	15,9
9	26,0	7,9	34,9	13,0	21	26,5	10,2	37,8	15,7
10	28,0	10,1	35,7	13,5	22	26,0	9,9	37,3	15,4
11	30,0	11,8	36,6	14,0	23	25,5	9,8	36,7	15,0
12	32,0	12,8	37,6	14,7	24	25,0	9,8	36,1	14,7

**TEMPERATURAS DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 NO MODIFICADO
 (ALERO 40) Y EXTERIORES DATOS BS AS MAX**

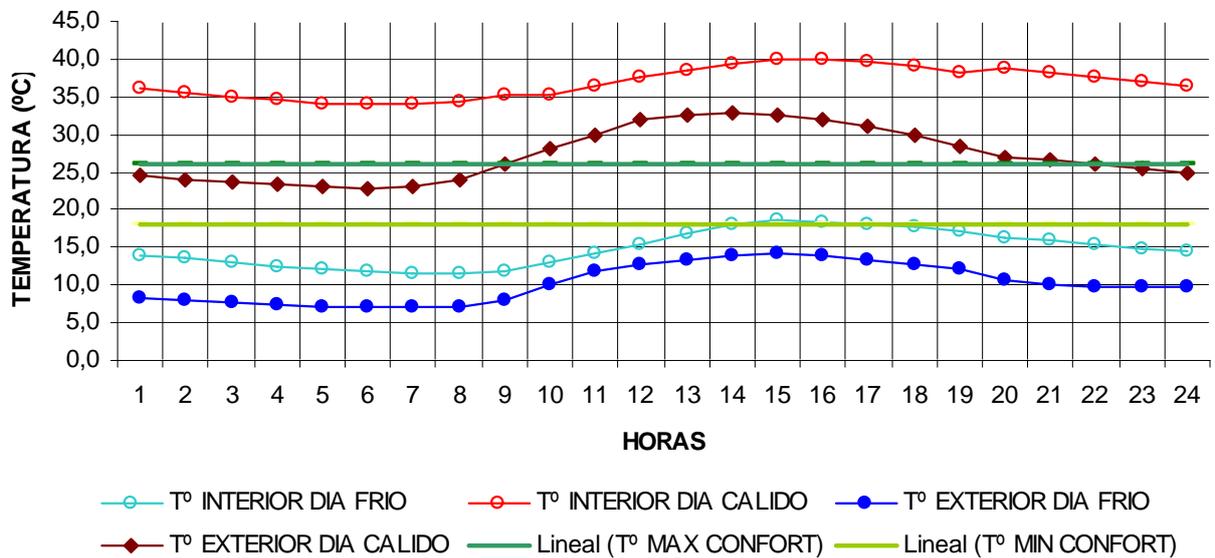


MODULO 1 - (NO) MODIFICADO CON VENTILACION DIURNA

Project: TESIS CD Zone: MODULO 1 Time: 17:07 Date: 24/11/09
 RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	36,1	14,0	13	32,7	13,4	38,6	16,9
2	24,0	7,9	35,5	13,5	14	33,0	13,9	39,4	18,2
3	23,6	7,6	35,0	13,0	15	32,7	14,3	39,9	18,6
4	23,3	7,3	34,5	12,5	16	32,0	13,8	40,1	18,5
5	23,0	7,2	34,1	12,1	17	31,0	13,3	39,7	18,2
6	22,8	7,2	34,0	11,8	18	30,0	12,7	39,1	17,7
7	23,2	7,1	34,0	11,5	19	28,5	12,0	38,3	17,1
8	24,0	7,1	34,4	11,4	20	27,0	10,6	38,7	16,4
9	26,0	7,9	35,1	11,7	21	26,5	10,2	38,1	15,9
10	28,0	10,1	35,3	12,9	22	26,0	9,9	37,6	15,4
11	30,0	11,8	36,4	14,1	23	25,5	9,8	36,9	14,9
12	32,0	12,8	37,6	15,5	24	25,0	9,8	36,4	14,5

TEMP. DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 (NO) MODIF. C/ VENTILACION DIURNA Y Y EXT. DATOS BS AS MAX



MODULO 1 - (NO) MODIFICADO CON VENTILACION NOCTURNA

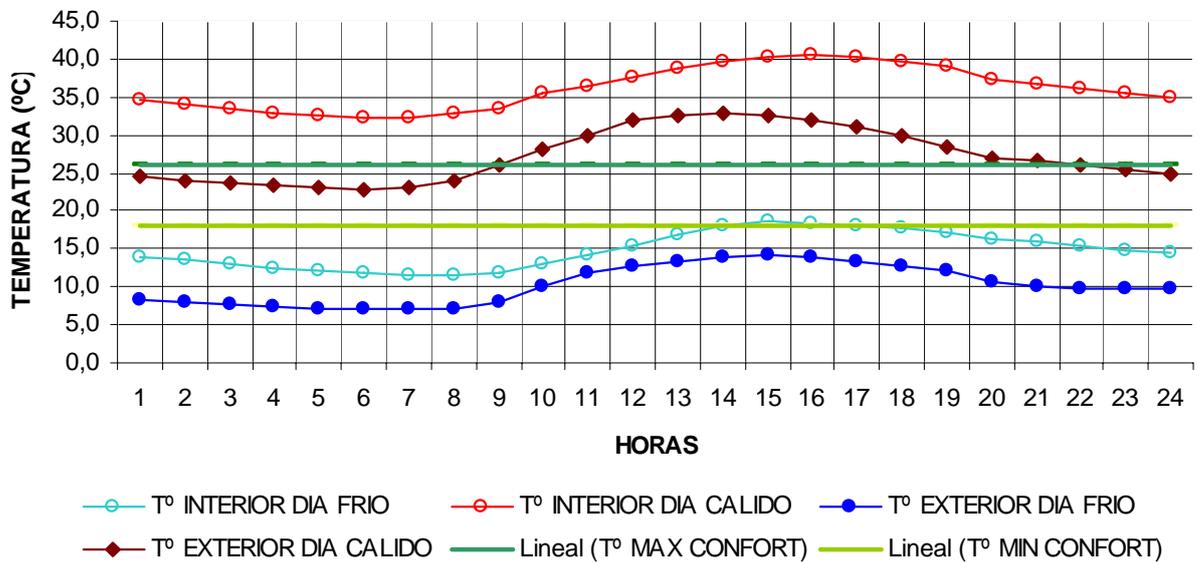
Project: TESIS CD Zone: MODULO 1

Time: 17:07 Date: 24/11/09

RESULTS OF TEMPERATURE SIMULATION FOR HOT AND COLD DAYS (°C)

Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp		Hour	Outdoor Temp		Indoor Temp	
	Hot	Cold	Hot	Cold		Hot	Cold	Hot	Cold
1	24,5	8,4	34,7	14,0	13	32,7	13,4	38,7	16,9
2	24,0	7,9	34,1	13,5	14	33,0	13,9	39,6	18,2
3	23,6	7,6	33,5	13,0	15	32,7	14,3	40,3	18,6
4	23,3	7,3	33,0	12,5	16	32,0	13,8	40,6	18,5
5	23,0	7,2	32,6	12,1	17	31,0	13,3	40,4	18,2
6	22,8	7,2	32,4	11,8	18	30,0	12,7	39,8	17,7
7	23,2	7,1	32,4	11,5	19	28,5	12,0	39,2	17,1
8	24,0	7,1	32,8	11,4	20	27,0	10,6	37,4	16,4
9	26,0	7,9	33,6	11,7	21	26,5	10,2	36,8	15,9
10	28,0	10,1	35,4	12,9	22	26,0	9,9	36,2	15,4
11	30,0	11,8	36,5	14,1	23	25,5	9,8	35,6	14,9
12	32,0	12,8	37,7	15,5	24	25,0	9,8	34,9	14,5

TEMP. DIA FRIO Y CALIDO MODULO 1 (NO) MODIF. C/ VENTILACION NOCTURNA Y EXT. DATOS BS AS MAX



*Uso de sistemas pasivos y activos en la envolvente edilicia para el control climático.
Aplicación en un edificio existente de perímetro libre en la ciudad de buenos aires.*

Esta tesis se terminó de redactar
en el mes de Enero de 2010
en la Ciudad de Buenos Aires
Argentina

Tesista: Claudio Alberto Delbene Saiz