

INTI

Instituto Nacional de
Tecnología Industrial



CECON

Centro de Investigación y
Desarrollo en Construcciones

INFORME DE ASISTENCIA TECNICA

Solicitante: ARDAL S.A.

O.T. N°101/2571

Pag. 1 DE 11

Domicilio: Calle 65 N°5920

Fecha: 29/07/1999

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

Informe : 3° Parcial y Final

OBJETIVO.

Estudio higrotérmico de un sistema constructivo, efectuándose el análisis térmico en geometría 2-D, con distribución de isotermas y de isolíneas de flujo de calor. Cálculo teórico de transmitancia térmica realizado considerando la incidencia de puentes térmicos, verificación de riesgos de condensación, cálculo del caudal másico de condensado y balance de vapor anual.

MATERIAL.

Un (1) plano identificado por el cliente como: "Bloque de CCA retrak". El referido plano se adjunta en el Folio 11/11.

MÉTODO EMPLEADO.

Para la determinación del valor de transmitancia térmica (K), se realizó un estudio basado en la resolución de la ecuación de **FOURIER** de transmisión de calor, en geometría bidimensional de múltiples materiales, que se obtiene numéricamente por computadora.

El método considera la influencia de los puentes térmicos. El estudio teórico correspondiente a la verificación de los riesgos de condensación, se basa en la resolución de la ecuación diferencial de **FICK**, en dos dimensiones, para obtener la distribución de presiones de vapor en la configuración analizada. Sobre la base de ésta, se calcula la distribución de las temperaturas de rocío. El método utilizado responde a los procedimientos recomendados en la **NORMA IRAM 11625**

Casos Analizados

Se analizó el comportamiento de un muro compuesto por bloques trabados, con juntas verticales y horizontales constituidas por adhesivo cementicio

Caso A: 0,150m de espesor.

Caso B: 0,175m de espesor.

Caso C: 0,200m de espesor.

En la Figura N°1, se observa el esquema del muro analizado

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, e INTI y CECON declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciere de este informe.



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INTECON

O.T. N°101/2571

Pag. 2 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

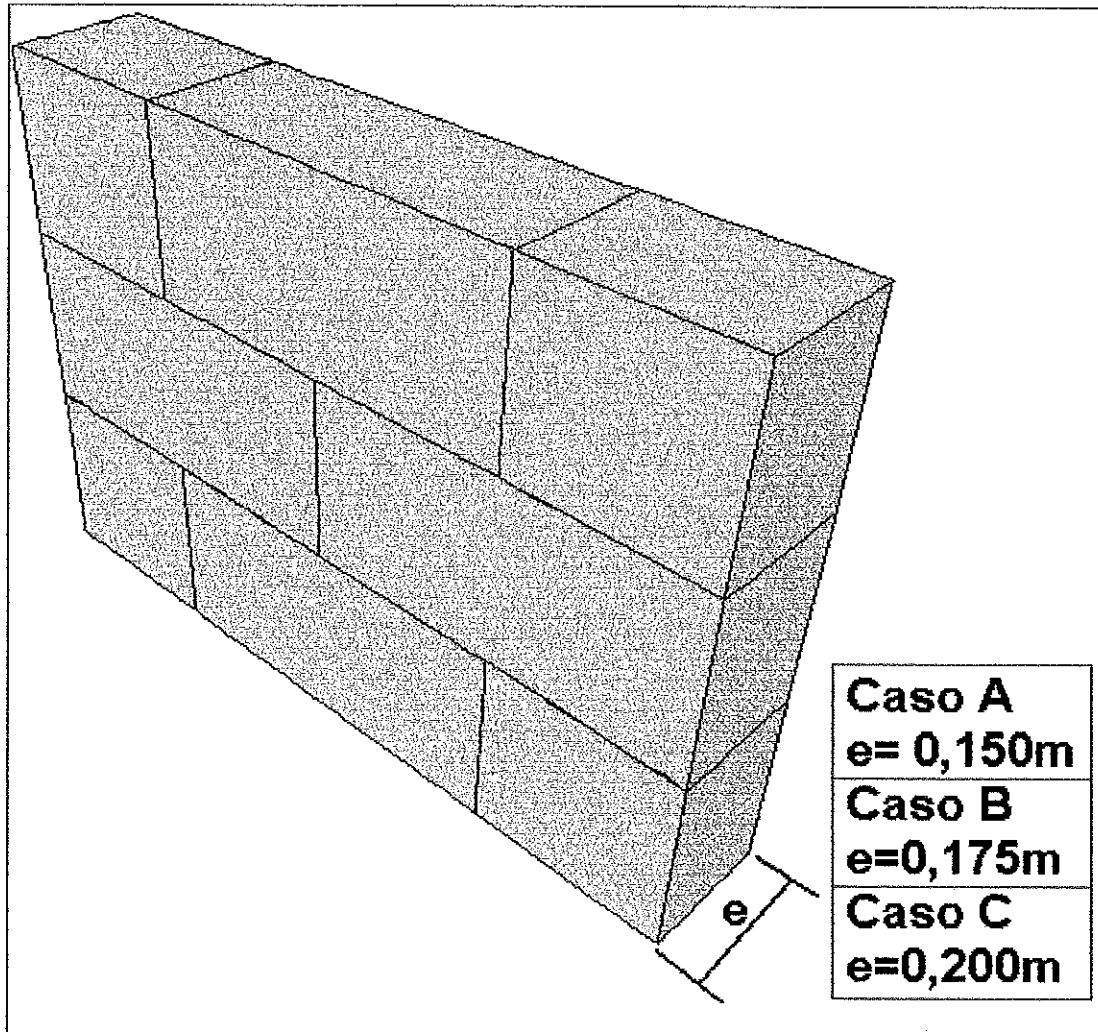


Figura N°1

RESULTADOS OBTENIDOS:

CONDICIONES DE CALCULO:

Se efectuó el análisis solicitado para las condiciones climáticas de la localidad de San Miguel, Prov. de Buenos Aires, correspondiente a la **Zona Bioambiental IIIb**, según clasificación de la NORMA **IRAM 11603**, en la que se establece la temperatura mínima de diseño (T_e); la temperatura interior (T_i) y la humedad relativa exterior (**HRE**), se adoptaron de acuerdo a lo establecido en la NORMA **IRAM 11625**, mientras que la humedad relativa interior de diseño (**HRI**) se obtuvo en función de la temperatura exterior, utilizando la figura 5 definida en la misma norma.

Las magnitudes mencionadas se detallan en la Tabla 1 y son iguales para todos los casos:



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 3 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

Zona Bioambiental	Localidad	Ti (°C)	HRI (%)	Te (°C)	HRE (%)
IIIb	San Miguel(BA)	18	71,1	1,3	90

Tabla 1

COEFICIENTE DE TRANSMITANCIA TÉRMICA

Cálculo Teórico.

Para la realización del estudio correspondiente se consideró la sección transversal del muro definido por dos ejes de simetría tales que delimitan un módulo repetitivo del mismo.

Las Figuras N°2 de cada caso, muestran la distribución de isotermas sobre un corte transversal del muro analizado.

Para el trazado de las isotermas se emplean los valores de temperatura de aire adoptados: 18°C para el interior y 1,3°C para el exterior.

Los resultados obtenidos de los coeficientes de transmisión de calor, son de todas maneras independientes de los valores de temperatura considerados.

Caso A

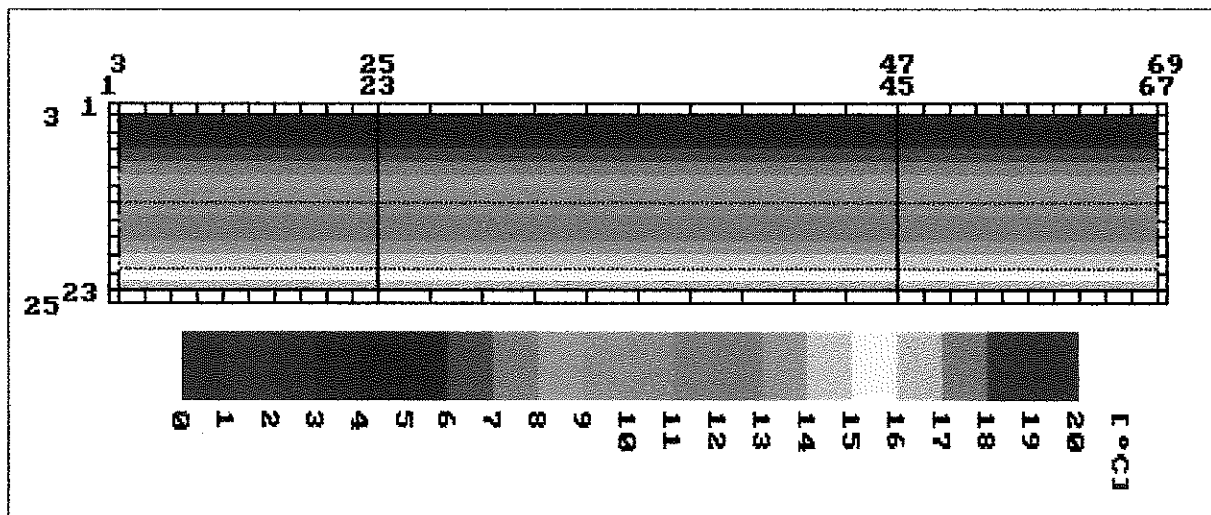


Figura N°2a



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 4 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

Caso B

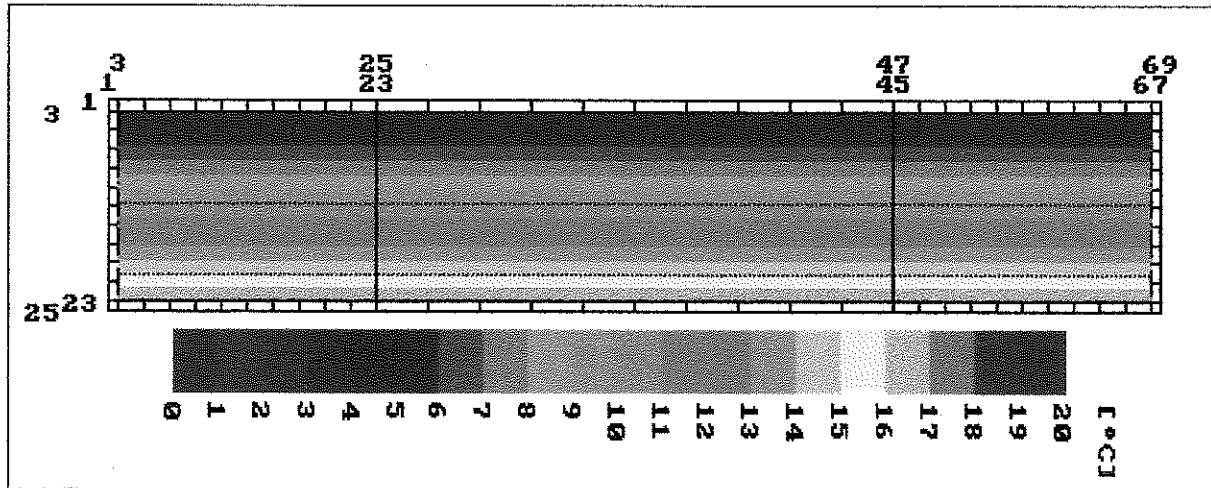


Figura N°2b

Caso C

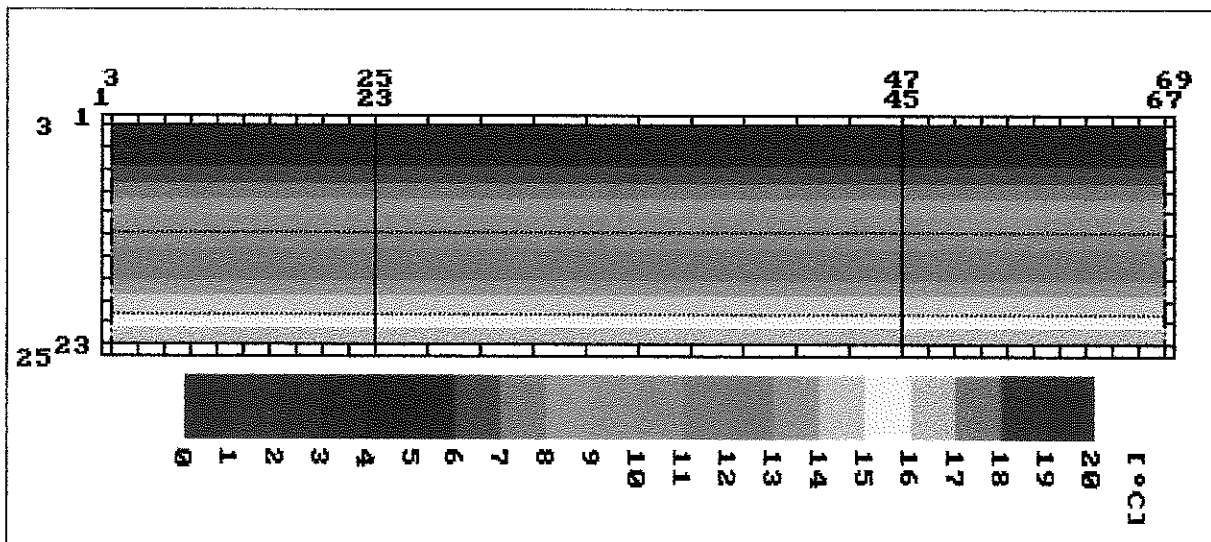


Figura N°2

El valor de la transmitancia térmica global del muro, es el valor medio obtenido, como resultado de haber considerado los diferentes caminos de transmisión de calor existentes.

Los mismos se expresan en la Tabla 2 con un error de cálculo del orden de 6%



INTI

Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 5 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

Casos	A (espesor 0,150m)	B (espesor 0,175m)	C (espesor 0,200m)
K (W/m ² K)	0,704	0,614	0,545

Tabla 2

Límite Admisible.

La aplicación de la **NORMA IRAM 11605** vigente, en lo que atañe a valores máximos admisibles de transmitancia térmica, para una temperatura exterior de diseño de la localidad en la que se analiza el muro, establece que el valor de $K_{MAX.ADM.}$ para la condición de invierno, puede presentar diferentes valores en función del nivel de confort higrotérmico que se persigue. Tales valores resultantes se presentan en la Tabla 3.

Localidad	Temperatura Exterior de Diseño	Nivel C Mínimo	Nivel B Medio	Nivel A Recomendado
San Miguel (Bs. As.)	1,3	1,850	1,000	0,380

Tabla 3

Para cada valor obtenido por cálculo, se detalla en la Tabla 4, si logra el cumplimiento normativo para cada nivel de confort higrotérmico.

Caso	K (W/m ² K)	Nivel C Mínimo	Nivel B Medio	Nivel A Recomendado
A	0,704	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
B	0,614	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
C	0,545	CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 4

Puentes Térmicos.

Como resultado del mismo cálculo se determinó el valor máximo de K, que se produce en la unión de los bloques (puente térmico), mientras que el mínimo, corresponde al plano que pasa por la mitad del bloque (núcleo). La Norma **IRAM 11605** en su apartado 5.4.: Puentes térmicos, establece que en todos los casos la transmitancia térmica para un puente térmico no debe ser más del 50 % mayor que el valor de transmitancia térmica del muro (apartado 5.4.1), o sea



INTI

Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 6 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

$$\frac{K_{PT}}{K_{MO}} \leq 1,5$$

Si los puentes térmicos se encuentran a una distancia menor o igual a 1,7m, esta relación se reduce un 35 % (apartado 5.4.2). Por lo tanto

$$\frac{K_{PT}}{K_{MO}} \leq 1,35$$

Como los muros analizados presentan puentes térmicos a una distancia menor de 1,7m, se debe aplicar esta última. Los valores hallados se detallan en la Tabla 5

Caso	K _{PT}	K _{MO}	K _{PT} / K _{MO}	Observaciones
A	0,705	0,704	1,0	CUMPLE
B	0,615	0,614	1,0	CUMPLE
C	0,545	0,544	1,0	CUMPLE

Tabla 5

VERIFICACIÓN DE RIESGOS DE CONDENSACIÓN:

Condensación Superficial.

De acuerdo con las condiciones ambientales adoptadas, se halló para cada caso la temperatura de rocío del aire interior y considerando una resistencia térmica superficial interior de 0,17m²K/W (según Norma IRAM 11625), se determinó la mínima temperatura superficial (T_{simín}) observada para poder verificar la ocurrencia de Riesgos de Condensación Superficial. Los datos se detallan en la Tabla 6.

El valor de humedad relativa de condensación superficial interior (HRCI), es decir, el mínimo valor de humedad relativa, a partir del cual comienza a producirse condensación superficial y que se obtiene considerando la mínima temperatura superficial interior para cada caso, se detallan también en dicha Tabla.

Caso	T rocío (°C)	T Tsimín (°C)	RIESGOS DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL	HRCI (%)
A	12,7	14,27	NO SE VERIFICAN	78,8
B		16,49		90,9
C		16,65		91,8

Tabla 6



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INTEC

O.T. N°101/2571

Pag. 7 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

Nota 1: Se calculó la mínima temperatura superficial de la pared original, considerando una resistencia térmica superficial interior de $0,50\text{m}^2\text{K/W}$, de $0,25\text{m}^2\text{K/W}$ y $0,34\text{m}^2\text{K/W}$ (que corresponde a casos existentes detrás de muebles o a aristas protegidas y a aristas superiores e inferiores, respectivamente, según Norma IRAM 11625, Tabla III). En todos los casos no se encontró riesgo de condensación superficial.

Condensación Intersticial.

De acuerdo con las condiciones higrotérmicas adoptadas, tanto para exterior como para interior, se obtuvo la distribución de temperatura de bulbo seco (líneas de color rojo) y de rocío (líneas de color verde) en el interior del componente constructivo. Se producirá condensación en aquellas zonas del componente, en las que la temperatura de bulbo seco sea inferior a la temperatura de rocío. Tales zonas se muestran en las Figuras N°3 de cada caso, por el área sombreada, cuya superficie no debe entenderse como una cuantificación de la misma, sino sólo indicativas de su extensión. En dichas Figuras, se muestran un corte transversal en geometría bi-dimensional del muro, donde se puede apreciar la **NO EXISTENCIA DE RIESGOS DE CONDENSACIÓN INTERSTICIAL** para las condiciones de temperatura y humedad relativa adoptadas en todas ellas.

Caso A:

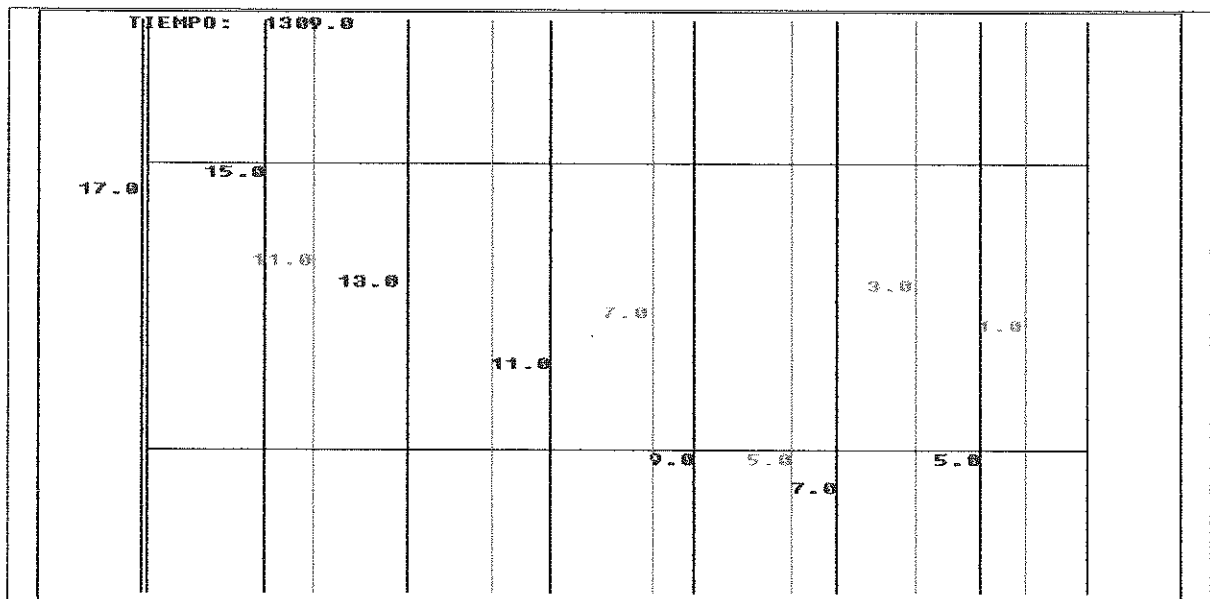


Figura N°3a



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 8 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

Caso B:

	TIEMPO: 1370.0									
17.0						9.0		7.0		
		11.0							3.0	
			9.0				5.0			
	15.0		13.0		11.0				5.0	
						7.0				1.0

Figura N°3b

Caso C:

	TIEMPO: 1497.0									
17.0										
		11.0								
			13.0							
				11.0						
			9.0							
	15.0									
					7.0					
							5.0			
								7.0		
									5.0	

Figura N°3c



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

INTECON

O.T. N°101/2571

Pag. 9 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

CONCLUSIONES:

El análisis teórico efectuado del sistema constructivo, para las tres variantes de espesores considerados, permitió obtener la misma evaluación desde el punto de vista de su comportamiento higrotérmico. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla siguiente:

CONDICIONES DE CONTORNO			
ZONA BIOAMBIENTAL	LOCALIDAD	TEMPERATURA DE DISEÑO EXTERIOR (Te)	HUMEDAD RELATIVA INTERIOR (HRI)
IIIb	San Miguel (Bs. As.)	1,3°C	71,1%

NIVELES DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO			
LIMITE MÁXIMO ADMISIBLE	Nivel	Mínimo	CUMPLE
		Medio	CUMPLE
		Recomendado	NO CUMPLE
PUENTES TÉRMICOS			CUMPLE
VERIFICACIÓN DE RIESGOS DE CONDENSACIÓN	Superficial	CUMPLE	
	Intersticial	CUMPLE	

CONDICIÓN DE HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA : Nivel	MEDIO
---	-------

OBSERVACIONES :

En el cálculo de condensado superficial e intersticial, se deberá considerar los siguientes aspectos:

- 1.- Considerando que el 10% de los días de la estación invernal, se producirán temperaturas más críticas que la de diseño adoptada en cada caso, esto ocurriría a lo sumo ocho días en el año.
- 2.- La temperatura de diseño no se mantendrá constante durante las veinticuatro horas del día, cuando esta se produzca. Es decir, la temperatura exterior adoptada aumentará en ciertas horas del día por lo que se producirán reevaporaciones en este caso.



INTI

Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

CECON

O.T. N°101/2571

Pag. 10 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final

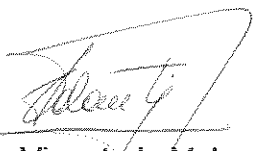
- 3.- El estudio se efectuó para el camino de condensación del calor que representa la situación más desfavorable desde el punto de vista de la condensación.
- 4.- Dado el carácter transitorio de la condensación es conveniente que la superficie interior sea absorbente. De esa forma será absorbida la cantidad de agua condensada hasta que suba la temperatura de la superficie y el agua pueda volver a evaporarse.
- 5.- Este problema puede agravarse, cuando se analice en condiciones higrotérmicas diferentes a las adoptadas en este estudio, correspondientes a localidades con temperaturas exteriores de diseño inferiores ó a la generación de mayor porcentaje de humedad relativa interior, debido a las costumbres de los ocupantes.

REFERENCIAS :

- [1] MOISTURE PROBLEMS IN HOUSES, A. T. Hansen, Canadian Building Digest. May 1984
- [2] COMPUTING THE RATE OF SUPERFICIAL AND INTERSTITIAL CONDENSATION, M. G. Davies, Building Scientist Great Britain
- [3] CONDENSACIÓN DE HUMEDAD EN VIVIENDAS, I. Lotersztain
- [4] NORMAS IRAM sobre "Acondicionamiento Térmico de Edificios" N°11601, 11603, 11605 y 11625
- [5] ISO 6946/2 THERMAL INSULATION . Calculation methods. Part 2 : Thermal bridges of rectangular sections in plane structures.
- [6] SAP Users Group, "TAP 6 Thermal Analyzer Computer Program", University of Southern California, Dept. of Civil Engineering, Los Angeles
- [7] IL PROGETTO DELL'ELEMENTO DI INVOLUCRO OPACO, Chiara Aghemo - Cristina Azzolino, LAMSA, Italia, abril 1996.
- [8] THERMAL BRIDGES: A TWO-DIMENSIONAL AND THREE-DIMENSIONAL TRANSIENT THERMAL ANALYSIS, P. Standaert, ASHRAE Transactions.

OT 3° Parcial y Final


Tec Víctor Moruga


Ing. Vicente L. Volantino
Coordinador de UT
Habitabilidad Higrotérmica
CECON


Ing. R. LEONARDO CHECA
DIRECTOR TÉCNICO
CECON

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida, e INTI y CECON declinan toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este informe



Solicitante: ARDAL S.A.

Domicilio: Calle 65 N°5920

Villa Ballester - Pcia. Bs. As.

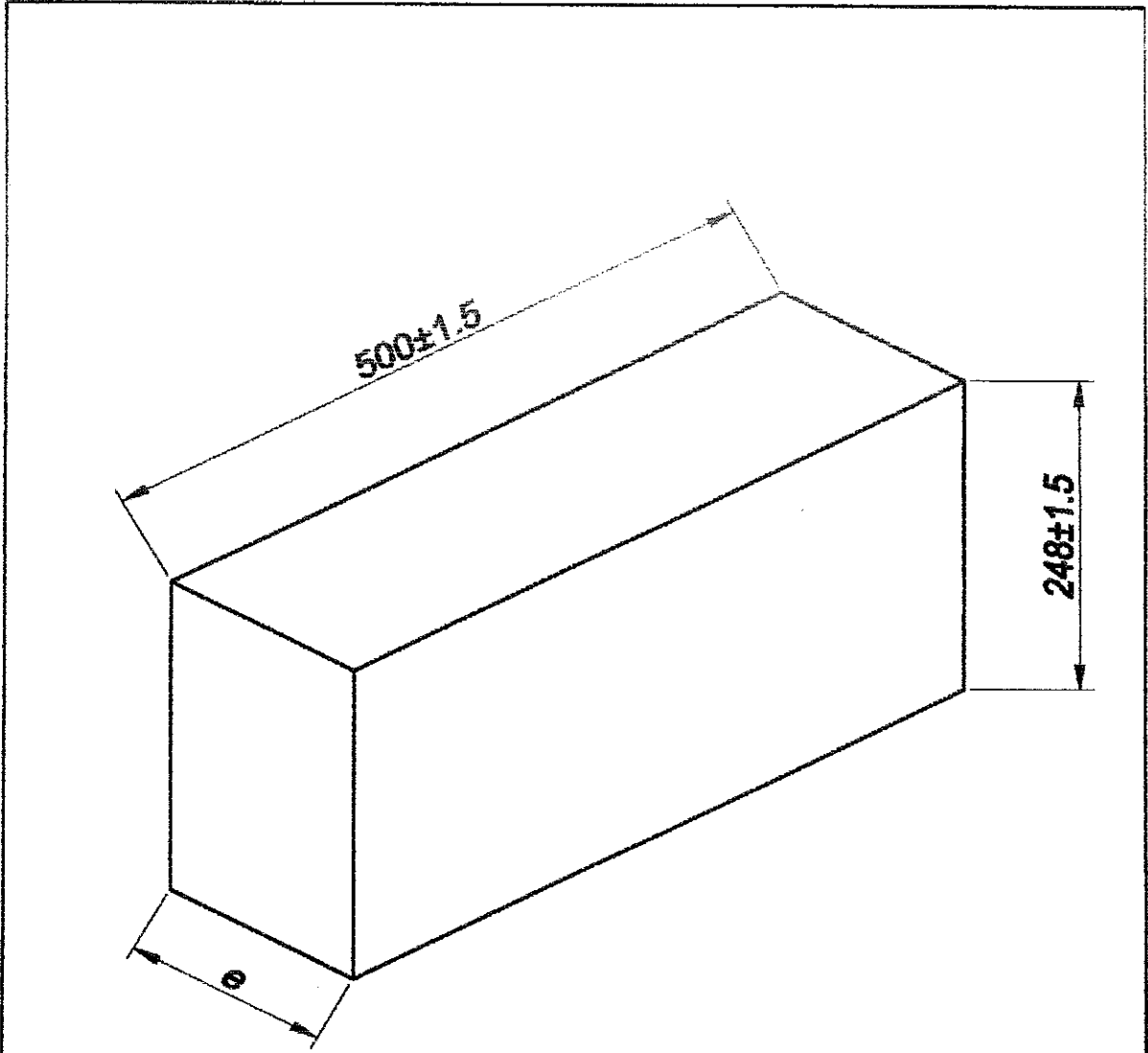
INCECON

O.T. N°101/2571

Pag. 11 DE 11

Fecha: 29/07/1999

Informe : 3° Parcial y Final



Serie de espesores e:
75 mm, 100 mm, 150 mm,
175 mm, 200 mm

ARDAL S.A.		'PLANO TECNICO DE LA EMPRESA'		
'DENOMINACION DEL PLANO'				'CODIGO DE PLANO'
Bloque de CCA retak				GG00052
'N.º ID. VAL. PLANO'	'FIRMA'	'N.º ID. DIBUJANTE'	'FECHA'	
MDS	Schoffman	MDS	16 JUL 99	