

ASESORAMIENTO TÉCNICO EN SUSTENTABILIDAD ARQUITECTÓNICA

UNSAM – Instituto de Arquitectura – Área de Tecnologías Constructivas

Estudio comparativo de demanda energética para calefacción entre una vivienda real construida con envoltente de paneles térmicos y modelos teóricos

Informe final – Agosto 2023



Instituto de
Arquitectura y Urbanismo
IA_UNSAM



Proyecto Xipre: construcción en perfiles IPN con envolvente exterior en paneles térmicos de polipropileno inyectado Mega Pro 80mm y carpinterías de PVC simple vidriado.

Modelo 1: modelo teórico construcción tradicional con muros en mampostería ladrillos cerámicos de 180 mm, cubierta plana y carpinterías de PVC simple vidriado.

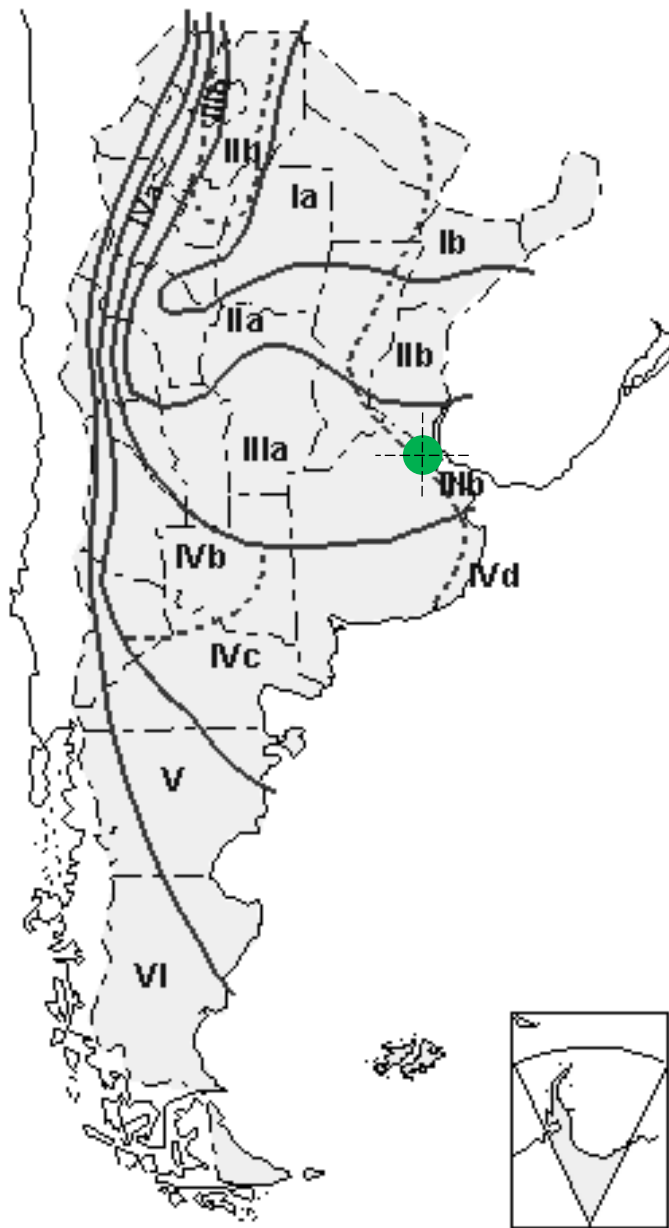
Modelo 2: modelo teórico que verifica norma IRAM 11.605 nivel B. Transmitancia y conductividad térmica de cerramientos definida según exigencias de la norma

Modelo 3: modelo teórico que verifica norma IRAM 11.605 nivel A. Transmitancia y conductividad térmica de cerramientos definida según exigencias de la norma (solo en la comparativa de demanda de energía para calefacción).

Superficie calefaccionada (m2)	147
Volumen total calefaccionado (m3)	507
Temperatura de diseño interior (°C)	20
Grados días / temp. confort (GD)	1382







Ubicación geográfica: Lat.: 34°28' S / Lon.: 58°50' O / Altura: 18 msnm

Zona 1: Clima muy cálido

Zona 2: Clima cálido

Zona 3: Clima templado-cálido

Zona 4: Clima templado-frío

Zona 5: Clima frío

Zona 6: Clima muy frío

Norma IRAM 11.603, Clasificación Bioambiental de la República Argentina: Zona III – subzona b, de amplitud térmica <14°C.

Veranos relativamente calurosos con temperaturas medias que oscilan entre 20°C y 26°C.

Máximas medias que superan los 30°C, solo en la faja de extensión este-oeste, inviernos no muy fríos con valores medios de temperatura entre 8°C y 12°C, y valores mínimos que rara vez son menores a 0°C.

En general, en esta zona se tienen inviernos relativamente benignos, con veranos no muy calurosos

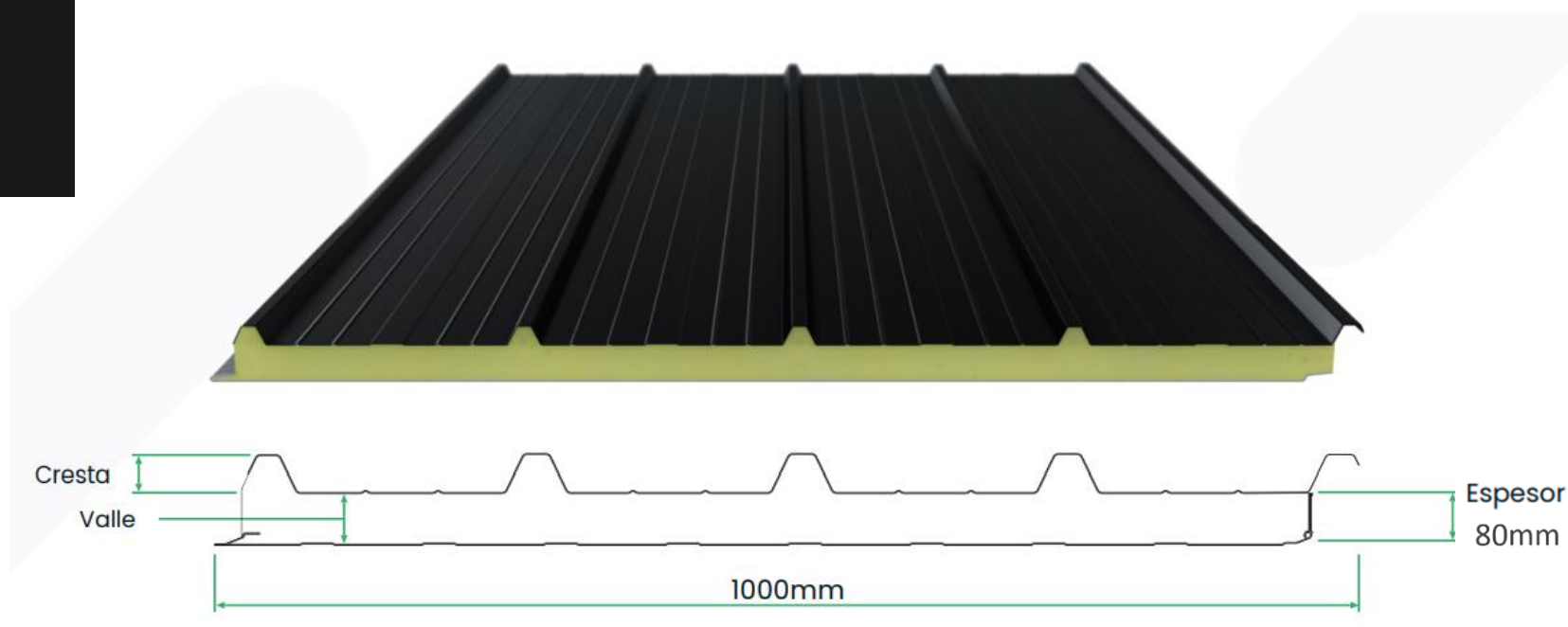
Mega Pro[®]

Núcleo aislante de PUR o PIR

* Consultar por certificación FM



Clasificación R1 según norma ABNT
con una densidad de 40kg/m³ y
conductividad térmica $\lambda = 0,023 \text{ W/mK}$



Cálculo de transmitancia térmica bajo Norma IRAM 11.601 para un panel de 80 mm utilizado como envolvente o muro exterior

Resistencia térmica: 3,82 m²K/W
Transmitancia térmica: 0,26 W/m²K

MATERIALES | CTK COEFICIENTES DE TRANSMITANCIA TERMICA K

Zona bioambiental	III			
-------------------	-----	--	--	--

SAN FERNANDO	BAP	Buenos Aires	-34.45	-58.58	3
--------------	-----	--------------	--------	--------	---

Datos de Invierno													
TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMN	PREC	H R	HELRE	VM	GD16	GD18	GD20	GD22	
12.25	17	7.5	-5.4	-2.3	252	78		11.1	634	968	1382	1886	

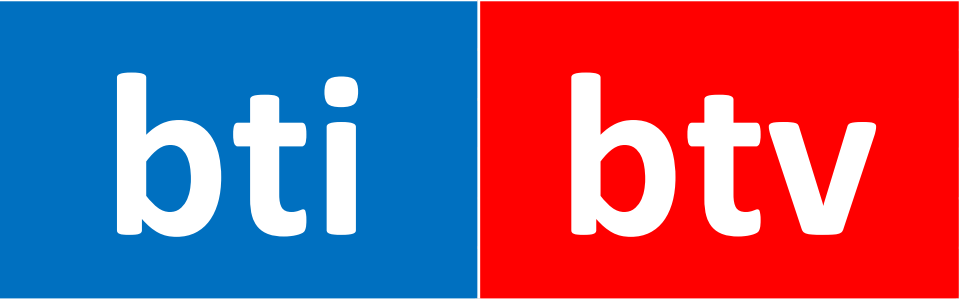
Datos de verano													
TMED	TMAX	TMIN	TMA	TDMX	PREC	HR	HELRE	VM					
22,75	27,8	17,8	39,4	35,6	453,9	69,2		13,6					

Item	Nomenclatura	Equivalente	Valores de K (w/m2K)			
			Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4
			BT Proyecto	BT IRAM B	BT TRADIC	BT IRAM A
	Tipo de muro		0	0	0	0
1	M1		0.26	0.95	1.8	0.35
2	M2		0.26	0.95	1.8	0.35
3	ME		0.26	0.95	1.8	0.35

Item	Nomenclatura	Equivalente	Valores de K (w/m2K)			
			Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4
			BT Proyecto	BT IRAM	BT TRADIC	BT IRAM A
	Tipo de carpintería		0	0	0	0
1	C1		5.8	2.8	5.8	2.8

Item	Nomenclatura	Equivalente	Valores de K (w/m2K)			
			Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4
			BT Proyecto	BT IRAM B	BT TRADIC	BT IRAM A
	Tipo de cubierta		0	0	0	0
1	CU1		0.26	0.48	2	0.19

Datos estadísticos del **Servicio Meteorológico Nacional (SMN)** utilizados para el cálculo de balance térmico de invierno (bti) y de verano (btv) según **normas IRAM**



Item	Nomenclatura	Equivalente	Valores de K (w/m2K)			
			Modelo 1	Modelo2	Modelo 3	Modelo 4
			BT Proyecto	BT IRAM	BT TRADIC	BT IRAM A
	Tipo de carpintería		0	0	0	0
1	C1		2.8	2.8	2.8	2.8

DVH

1. Datos generales	0				
Superfice calefaccionada	147		Grados días GD		GD18
Altura promedio	0		Temperatura de diseño interior (°C)		18
VOLUMEN	507		Grados días s/ temp. de confort (°C)		968
2. Pérdidas por transmisión (W/°K)					
Elemento	Sup. (m2)	K		γ	Sup x K
A. Cerramientos exteriores (muro)					
M1	114.1485	0.26	A exterior o no calefacc.	1	29.67861
M2	15.83	0.26	A exterior o no calefacc.	1	4.1158
ME	26.08	0.26	A exterior o no calefacc.	1	6.7808
Subtotal muros	156.0585				40.58
B. Aberturas					
C1	2.8	5.8	A exterior o no calefacc.	1	16.24
C2	12.5	5.8	A exterior o no calefacc.	1	72.5
C3	1.2	5.8	A exterior o no calefacc.	1	6.96
C4	8.6	5.8	A exterior o no calefacc.	1	49.88
C5	10.6	5.8	A exterior o no calefacc.	1	61.48
Subtotal aberturas / ventanas	35.70				207.06
C. Techos y pisos sobre exterior					
CU1	164.268	0.26	A exterior o no calefacc.	1	42.70968
Subtotal Techos	164.27				42.71
D. Otros cerramientos: muros, entresijos, aberturas a locales no calefaccionados					
Subtotal no calefaccionado	0.00				0.00
E. Piso sobre terreno natural					
Elemento	Perímetro (m)	K por períme	γ		P x K s/aisl.
Piso	55	1.48	A exterior o no calefacc.	1	81.4
Subtotal sobre terreno natural	55.00				81.40
Total perdidas por transmisión (W/°K)					371.74
Total perdidas volum. trasm. (W/m3°K)					0.73
3. Renovaciones por infiltración					
Calidad de aberturas				MEJORADA	
Renovaciones por hora aprox.					
Infiltración (m3)	K aire	n x K			Total
405.6	0.35	141.96			141.96
Total perdidas por infiltración (W/°K)					141.96
Total perdidas volum. Infiltr. (W/m3°K)					0.28

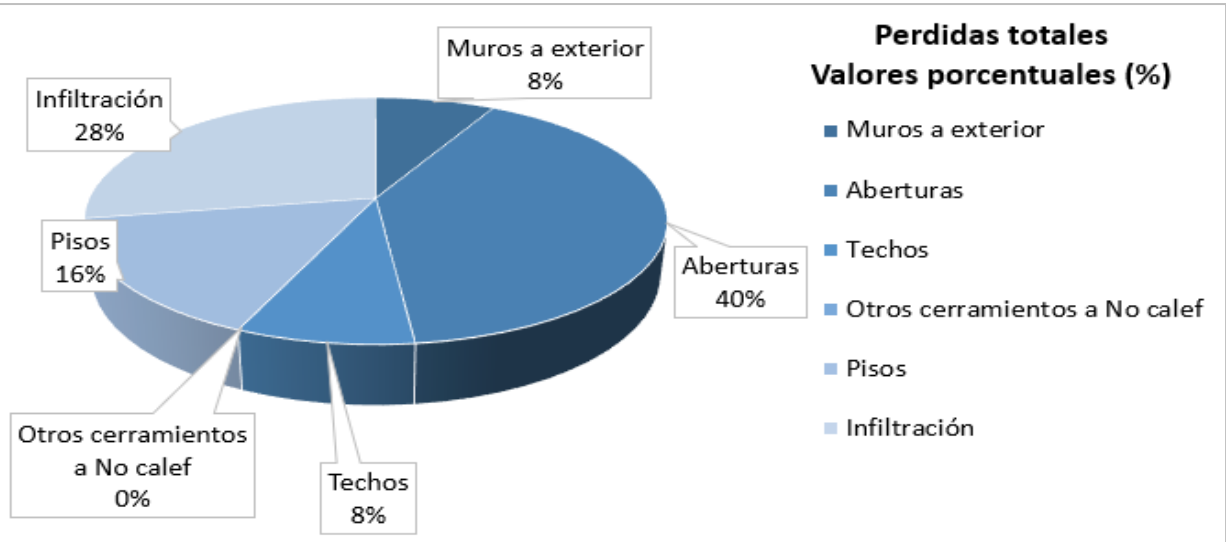
4. Coeficiente "G" (W/m3ºK)					
Coeficiente "G" de cálculo (W/m3ºK)					1.01
Coeficiente "G" recomendado (W/m3ºK)					
5. Factor de forma					
Factor de forma SUP/VOL					0.70
Factor de forma recomendado					
6. Demanda anual de energía y costos de calefacción					Sin ganancias internas
Demanda anual energía (Kwh)					11934.39
Consumo de gas natural (m3)					1444.70
Costo en gas natural (\$)					\$ - 0.00
Consumo de gas envasado (Kg)					1221.43
Costo en gas envasado (\$)					\$ - 0.00
Costo en electricidad (\$)					\$ - 0.00

btibti

Norma IRAM 11.604

Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor

Proyecto = 1,01 W/m3°K



4. Coeficiente "G" (W/m³°K)

Coeficiente "G" de cálculo (W/m³°K)

1.01

Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor del

Proyecto = 1.01 W/m³°K

4. Coeficiente "G" (W/m³°K)

Coeficiente "G" de cálculo (W/m³°K)

2.05

Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor construcción

Tradic. = 2,05 W/m³°K

4. Coeficiente "G" (W/m³°K)

Coeficiente "G" de cálculo (W/m³°K)

1.09

Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor del modelo

IRAM B = 1,09 W/m³°K

4. Coeficiente "G" (W/m³°K)

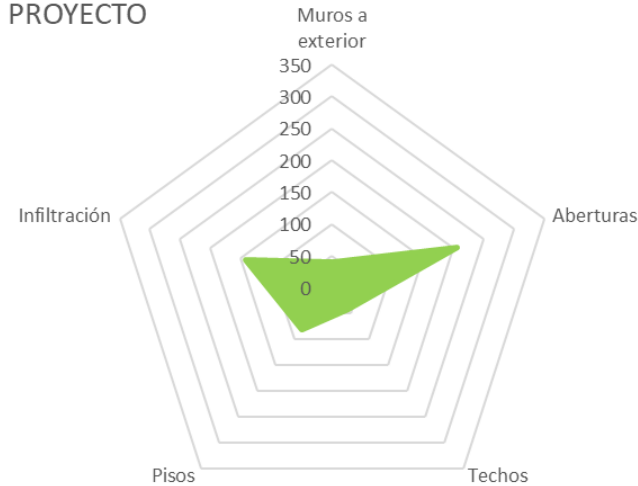
Coeficiente "G" de cálculo (W/m³°K)

0.81

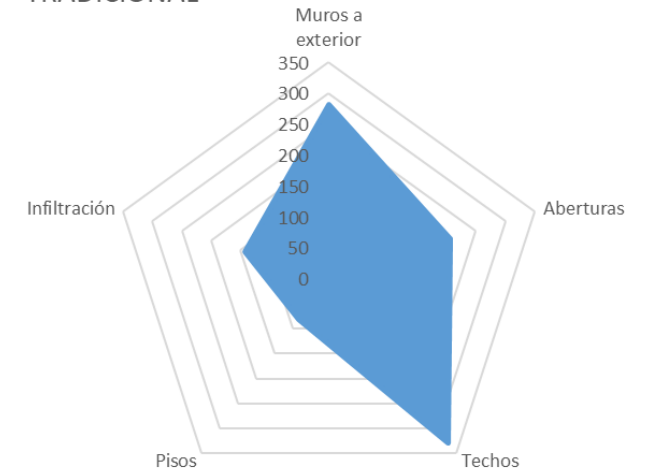
Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor del modelo

IRAM A = 0,81 W/m³°K

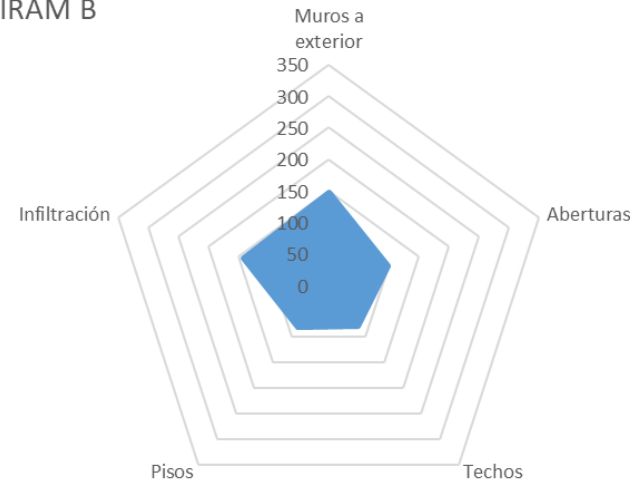
Pérdidas totales PROYECTO



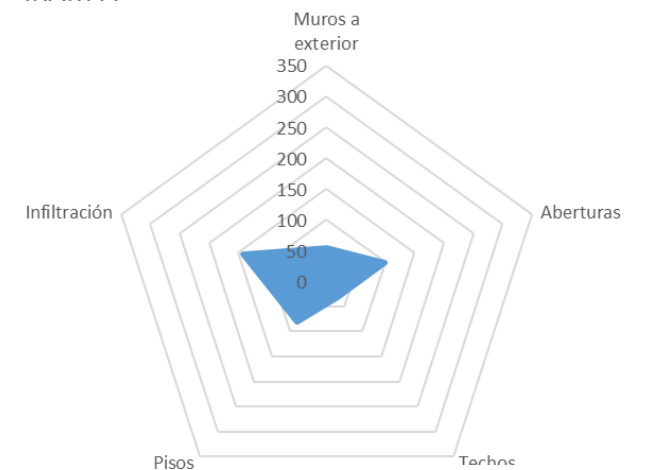
Pérdidas totales TRADICIONAL



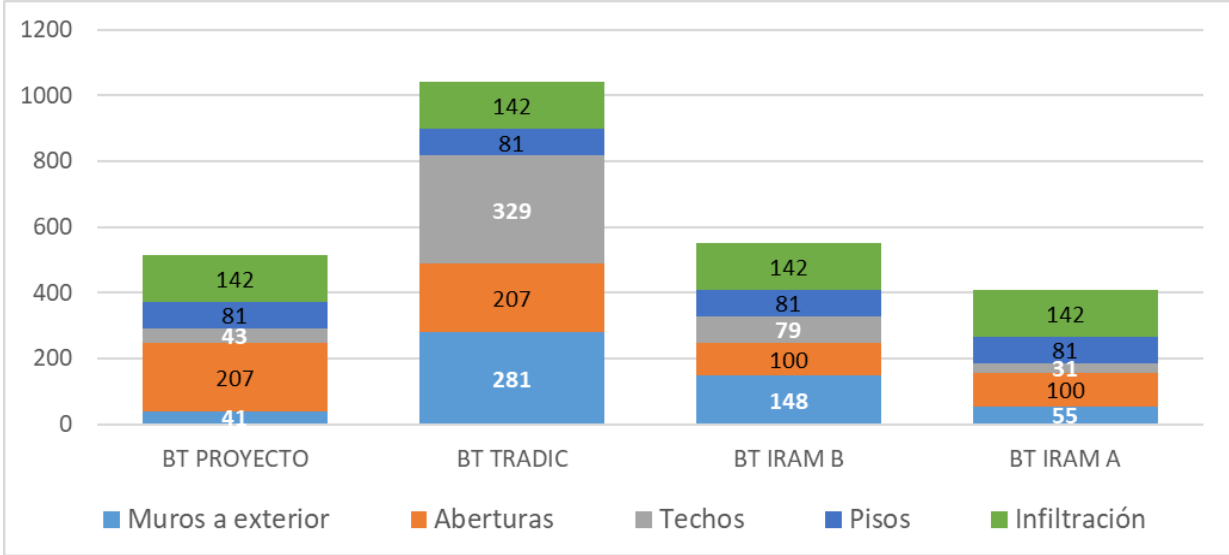
Pérdidas totales IRAM B



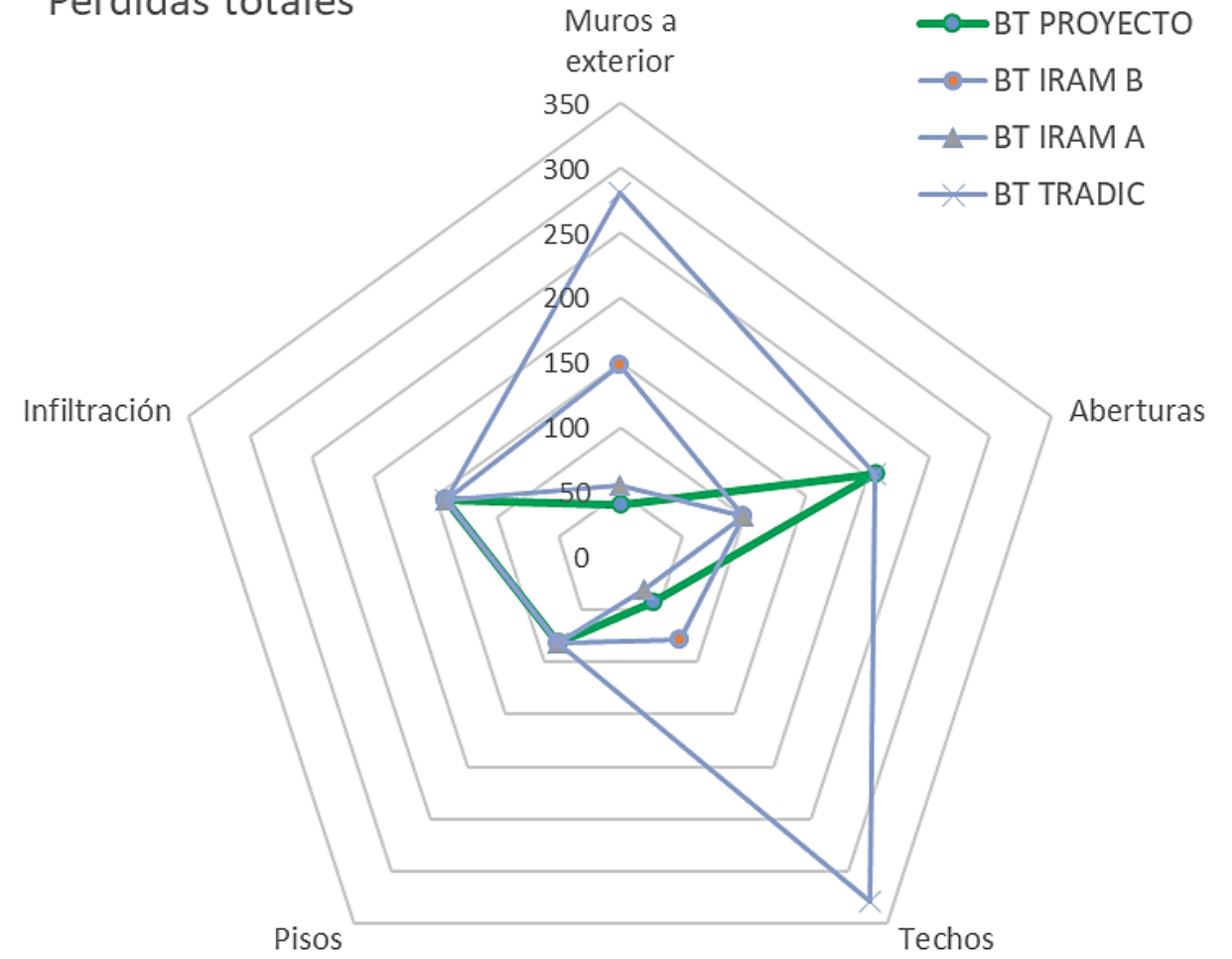
Pérdidas totales IRAM A



	BT PROYECTO	BT TRADIC	BT IRAM B	BT IRAM A
Muros a exterior	41	281	148	55
Aberturas	207	207	100	100
Techos	43	329	79	31
Pisos	81	81	81	81
Infiltración	142	142	142	142
Pérdidas totales (W/m ² °k)	514	1040	550	409
Coeficiente "G" de cálculo (W/m ³ °K)	1.01	2.05	1.09	0.81
Demanda anual energía (Kwh)	11934.39	24158.06	12787.46	9505.41
Consumo de gas natural (m3)	1444.70	2924.42	1547.97	1150.67
Consumo de gas envasado (Kg)	1221.43	2472.47	1308.74	972.84

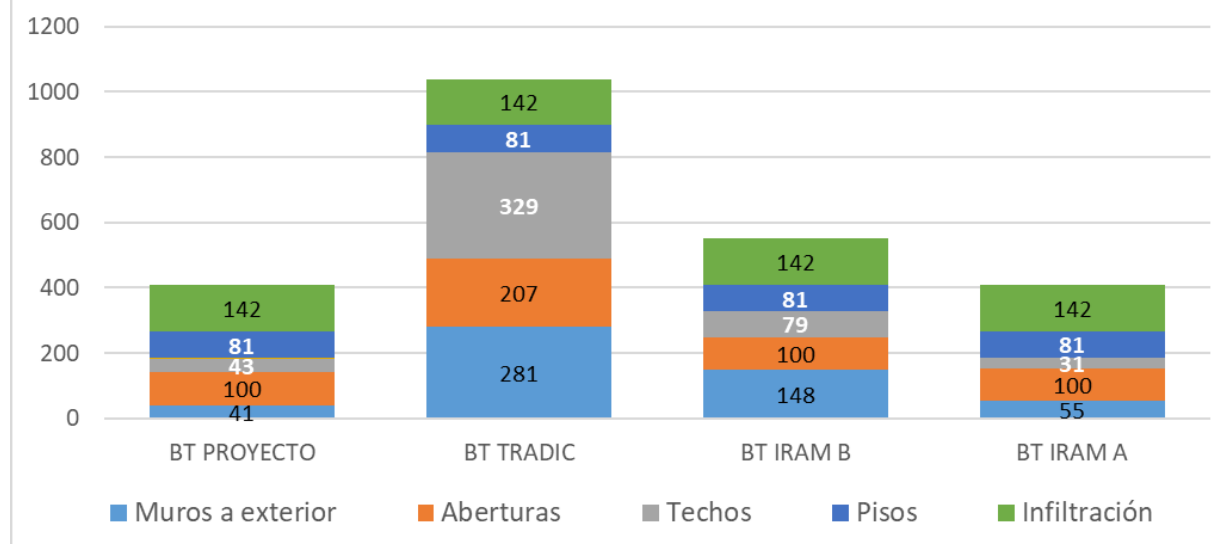


Pérdidas totales

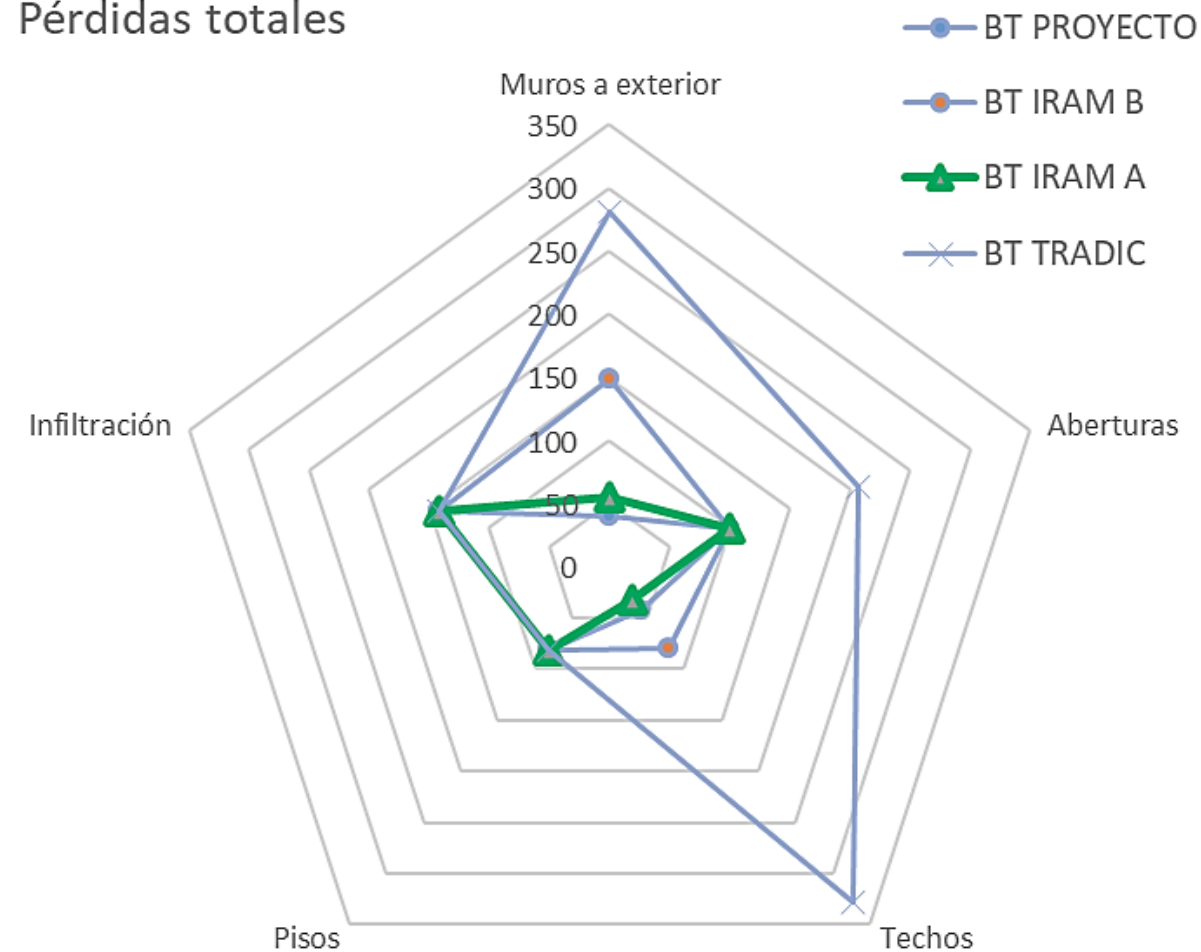


DVH

	BT PROYECTO	BT TRADIC	BT IRAM B	BT IRAM A
Muros a exterior	41	281	148	55
Aberturas	100	207	100	100
Techos	43	329	79	31
Pisos	81	81	81	81
Infiltración	142	142	142	142
Pérdidas totales	407	1040	550	409
Coeficiente "G" de cálculo (W/m³K)	0.80	2.05	1.09	0.81
Demanda anual energía (Kwh)	9446.24	24158.06	12787.46	9505.41
Consumo de gas natural (m³)	1143.50	2924.42	1547.97	1150.67
Consumo de gas envasado (Kg)	966.78	2472.47	1308.74	972.84



Pérdidas totales



Las pérdidas por **piso e infiltración** fueron calculadas del mismo modo para todos los casos.

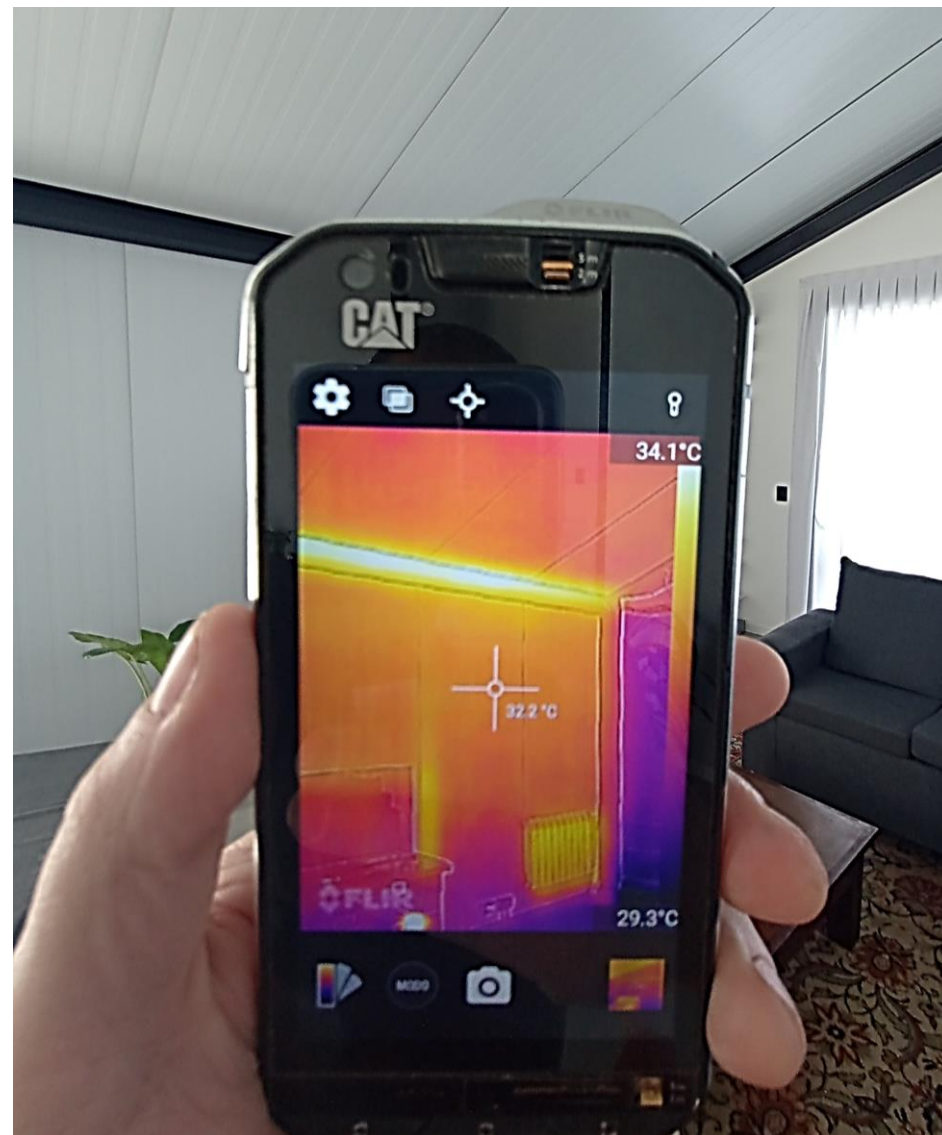
No se consideraron los **puentes térmicos** existentes. Estos, aumentarían sensiblemente las pérdidas por conducción en muros con alto riesgo de condensación superficial.

El proyecto original **supera** los requerimientos globales de la norma **IRAM 11.605 para nivel B** pero no verifica las pérdidas por conducción en aberturas, ya que se exige DVH (2,8 W/m²°K).

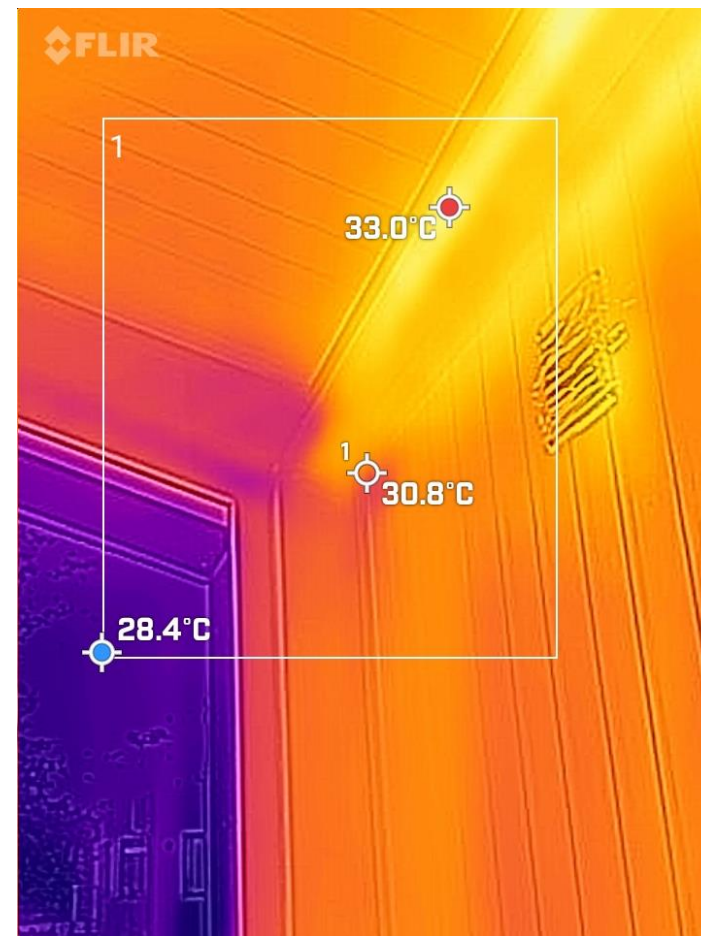
El proyecto modificado **con DVH supera** los requerimientos globales de la norma **IRAM 11.605 para nivel A** pero no verifica las pérdidas por conducción en por techo (0,19 W/m²°K).

Nota: Se tomaron imágenes termográficas entre las 15:30 y las 16hs con cielo parcialmente nublado, 20°C de temperatura exterior y con brisa suave. En el interior, la calefacción estaba muy elevada y la sensación era casi de sofocación.

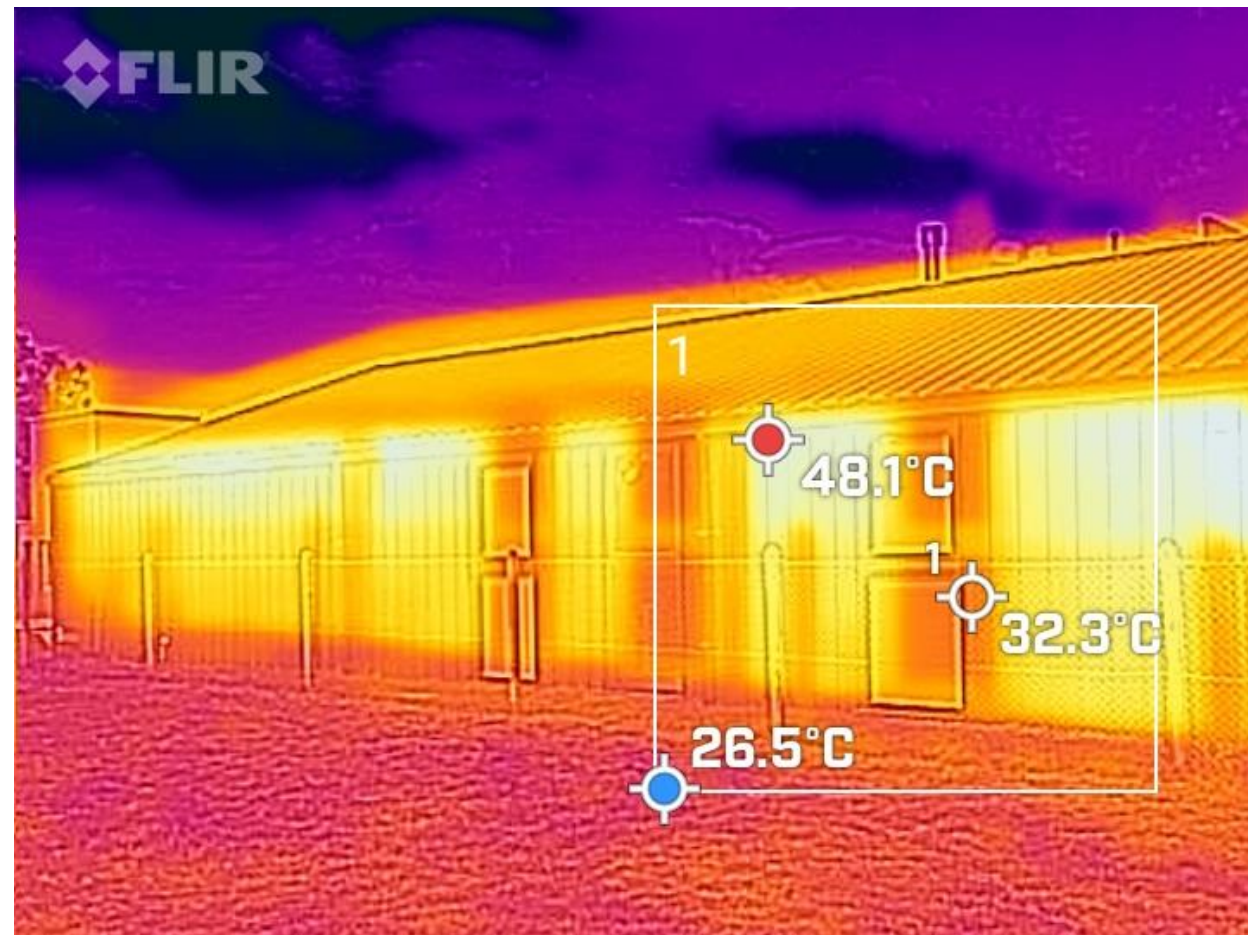
15:00		Mayormente cubierto	20°		6 km/h
16:00		Despejado	20°		11 km/h



Las imágenes termográficas permiten observar el **gradiente de temperatura** en el área destacada (recuadro). Aunque las condiciones ambientales exteriores e interiores no eran las mejores, se pudo comprobar la existencia de puentes térmicos e alta infiltración en el acceso.



La temperatura **sol-aire** es una variable que conjuga la temperatura ambiente, impacto de la radiación solar, coloración y rugosidad de la superficie. El resultado de la ecuación determina temperaturas superficiales exteriores muy superiores a la temperatura ambiente de ese momento, algo no deseable en días cálidos.



1. Datos generales				
		Sup. refrg. (m2)	Altura prom. (m)	Volumen (m3)
PB		147.00	3.45	507.00
Totales		147.00		507.00
Cantidad de personas				4
Caudal de aire de renovación (m3/h persona)				30
Temperatura exterior (°C)				35
Humedad relativa exterior (%)				40
Temperatura de confort interior (°C)				24
Humedad relativa de confort interior (%)				50
2. Carga térmica por conducción				
Elemento	Sup. (m2)	K	γ	Sup x K
A. Cerramientos muros exteriores				
Muros exteriores	156.06	0.26	1.00	40.58
Aberturas	35.70	5.80	1.00	207.06
Techo	164.27	0.26	1.00	42.71
Subtotal cerramiento exteriores	526.03			290.35
Total ganancias por conducción (W/°K)				290.35
Total ganancias por conducción (W)				3,193.80
3. Carga térmica por ventilación				
Total ganancias por ventilación (W)				825.58
4. Carga térmica por aporte solar				
Superficie vidriada total en fachadas expuestas a la radiación máxima				8.40
Radiación solar total sobre carpinterías a las 15:00 hs. (W)				498
Factor de exposición solar vidrio doble float		Vidrio simple incoloro 6mm		0.82
Proteccion solar				1.00
Total ganancias por aporte solar (W)				3,430.22
5. Carga térmica por fuentes internas				
Personas (W) por hora	Cant.	4	100	400.00
Computadoras (W)	Cant.	0	100	0.00
Iluminación (potencia por m2)(W)	Lux	0	0	0.00
Otra cargas térmicas internas (W)	%	10%		40.00
Total ganancias por cargas internas (W)				440.00
6. Otras cargas térmicas				
Ganancias de calor en conductos en % de calor sensible por conducción y aporte solar				2%
Total de ganancias por otras cargas térmicas (W)				132.48

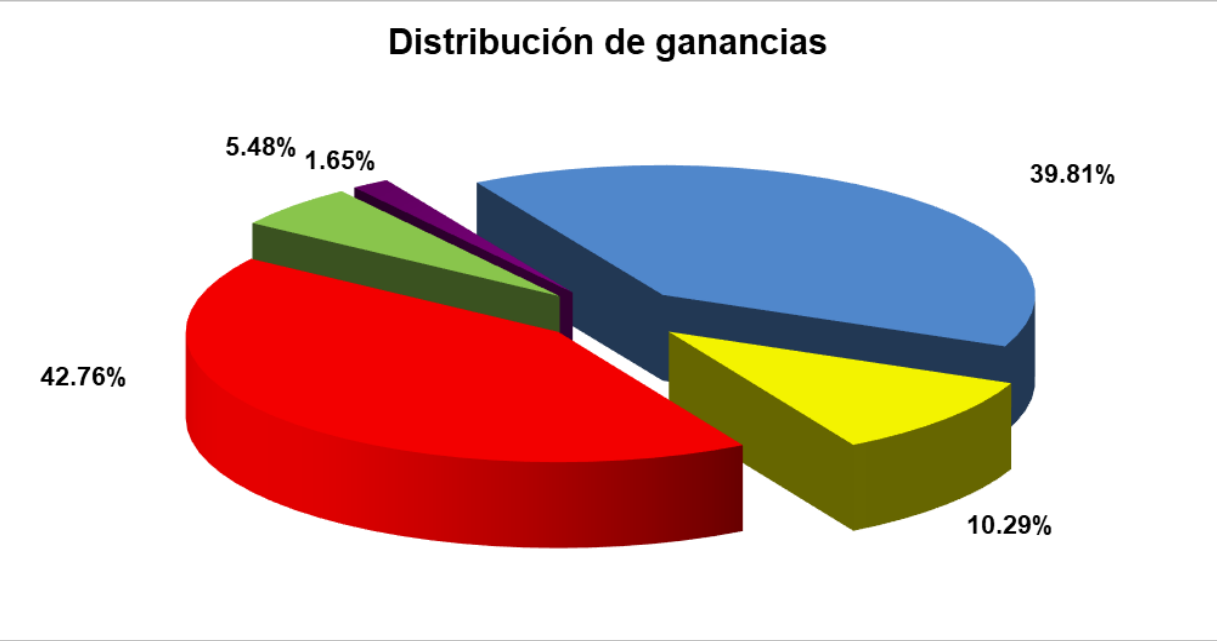
7. Carga térmica total de verano	
Total carga térmica de verano (W)	8,022.09
% ganancias por conducción	39.81%
% ganancias por ventilación	10.29%
% ganancias por aporte solar	42.76%
% ganancias por fuentes internas	5.48%
% ganancias por otras fuentes	1.65%
Toneladas de refrigeración momento crítico	2.29



Adaptación de norma IRAM 11.659

Demanda de refrigeración en momento crítico

Proyecto = 8,02 KW



Información, reglamentos y normas consultados

- **Servicio Meteorológico Nacional:** Datos estadísticos por década
- **Ley Provincial 13.059/03 y Decreto reglamentario 1030/2010**
- **Norma IRAM 11549/02:** Vocabulario
- **Norma IRAM 11601/02:** Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- **Norma IRAM 11603/96:** Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- **Norma IRAM 11604/00:** Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.
- **Norma IRAM 11605/96/02/04:** Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- **Norma IRAM 11625/00/02:** Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- **Norma IRAM 11630/00/02:** Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- **Norma IRAM 11507-1 y 4.** Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación. Aislamiento térmico. Otras pertinentes aunque no contempladas en el Decreto 1030
- **Norma IRAM 11659-1:** Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de verano.
- **Norma IRAM 11659-2:** Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas.



Instituto de
Arquitectura y Urbanismo
IA_UNSAM

