

## FICHA 3:

### *ESTUFA ANEXA*

#### **1. DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO CONSTRUTIVA.**

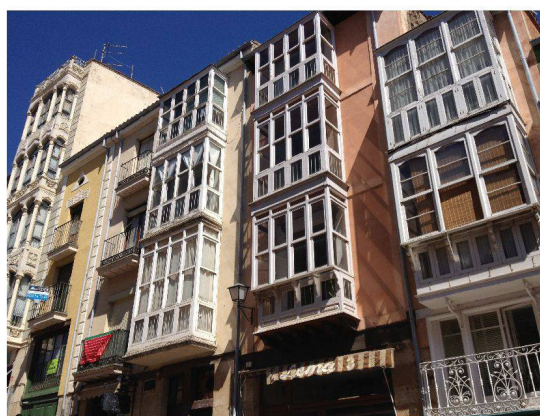
Considera-se que existe uma estufa anexa a um edifício quando um volume construtivo relativamente fechado, envidraçado em parte ou totalmente, compartilha, no seu lado exterior, uma ou mais paredes verticais do edifício. Neste sentido, a volume relativamente fechado é considerado quando as trocas de ar com o exterior são inferiores a 5 renovações/hora.

Ao contrário da parede de trombe, uma estufa anexa é diferenciada porque é transitável, isto é, deve ter uma porta de entrada y a sua amplitude deve ser maior que 0,8 m.

#### **2. EXEMPLOS REAIS DE APLICAÇÃO.**



Miranda do Douro, Largo do Castelo 1



Zamora, Calle Balborraz 18

#### **3. RESTRIÇÕES IMPOSTAS AO CÁLCULO DA SOLUÇÃO.**

As expressões matemáticas empiricamente desenvolvidas para estimar as poupanças de energia de uma estufa anexa aplicada a um edifício de habitação estão sujeitas às seguintes considerações:

1. Características da parede em contacto com o espaço de recolha de energia solar (estufa) idênticas às do resto das paredes do edifício. Não foram definidas outras características específicas para a parede em contacto com o espaço anexado. A parede pode ser completamente opaca ou pode ter superfícies envidraçadas (portas ou janelas com características idênticas às definidas para o resto do edifício). Supõe-se que os espaços climatizados em cada andar estão interligados e têm um

tamanho suficiente para absorver toda a energia térmica transmitida através da parede.

2. Espaços de base rectangular e virados para o sul, com a superfície do vidro principal paralela à parede sur do edifício. O resultado é válido desde que a parede sul do edifício e a superfície principal do vidro no edifício estão virados para o sul ( $\pm 18^\circ$ ).
3. Os movimentos convectivos do ar não são levados em conta e os espaços da estufa são horizontalmente divididos ao nível dos pavimentos.
4. Cobertura de estufa opaca e com a mesma estrutura e composição do que o resto das coberturas do edifício.
5. A face sul da estufa será sempre envidraçada (feita inteiramente de vidro).
6. As fachadas laterais (voltadas para o leste eo oeste), podem ser envidraçadas, com características idênticas às da fachada sul, ou opacas. Neste último caso, as características construtivas de fachada coincidem com as estabelecidas para o resto das paredes do edifício.
7. No espaço anexo não há aquecimento, arrefecimento ou entrada de calor adicional.
8. As características climáticas correspondem à cidade de Zamora (zona climática D2 em Espanha).

#### 4. PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DA SOLUÇÃO.

A seguir estão os **parâmetros característicos** estudados da **estufa anexa**, do **edifício** e da **relação entre os dois**. São destacados em negrito aqueles que foram estatisticamente significativos e, portanto, incluídos nas fórmulas da poupança de energia.

Parâmetros característicos da **estufa anexa**:

Parâmetro:	Unidade:	Limites:	Nom:
Absorvência solar da parede comum (*)	-	0.3 a 0.9	AS
Transmitância térmica da parede comum	W/m <sup>2</sup> K	0.3 a 1	U <sub>M</sub>
Percentagem de envidraçados na parede comum	%	0 a 100	VI
Transmitânc. térmica envidraçados parede comum	W/m <sup>2</sup> K	1 a 3.5	U <sub>VI</sub>
Transmitância térmica vidro exterior da estufa	W/m <sup>2</sup> K	1 a 6	U <sub>VE</sub>
Factor solar do vidro exterior da estufa	-	0.5 a 0.9	FS
Percentagem envidraçado nas paredes laterais (**)	%	0 a 100	V <sub>LE</sub>
Grossura do envidraçado	m	0.8 a 5	E <sub>H</sub>
Comprimento do envidraçado	m	1 a 100	L <sub>H</sub>
Infiltrações de ar externo para a estufa	1/h	0 a 3	INF
Troca forçada de ar na estufa (***)	1/h	0 a 10	RH
Elementos de armazenamento térmico	kJ/m <sup>3</sup> K	0 a 500	AT

\*- Taxa media de radiação solar absorvida em exposição solar direta, pela face da estufa, na

\*\* - As características dos envidraçados laterais são iguais às características do vidro exterior em orientação sul.

\*\*\*- No período de arrefecimento ocorre sempre uma troca de ar forçada com o exterior de um modo controlado. No período de aquecimento, a troca ocorre na direcção do interior do edifício, neste caso, só quando a temperatura da galeria é acima de 20 °C.

Parâmetros característicos do **edifício**:

Parâmetro:	Unidade:	Limites:	Nom:
Superfície de janelas viradas a norte (*)	-	0 a 0.6	VN
Superfície de janelas viradas a sul (*)	-	0 a 0.6	VS
Superfície de janelas viradas a leste (*)	-	0 a 0.6	VE
Superfície de janelas viradas a oeste (*)	-	0 a 0.6	VO
Compacidade do edifício (**)	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	1 a 6	CE
Transmitância térmica média do edifício (***)	W/m <sup>2</sup> K	< CTE	UM
Coeficiente perdas pela envolvente (****)	W/m <sup>3</sup> K	0.05 a 0.5	CPE
Tipo de uso do edifício (*****)	-	Residencial	TU

\*- Relação entre a superfície total envidraçada dos espaços climatizados orientada na direcção indicada e a área total climatizada.

\*\*- Proporção entre o volume climatizado do edifício ea área total exposta para o exterior.

\*\*\*- As expressões obtidas são válidas para edifícios com coeficientes de transmissão térmica media inferiores aos exigido pelo Código Técnico da Edificação em Espanha (CTE) na opção simplificada (0.66 W/m<sup>2</sup>K na zona climática D2).

\*\*\*\*- Relação entre a soma dos produtos de todas as superfícies exteriores por o seu coeficiente de transmissão, dividida pelo volume total climatizado (relacionado com a compacidade e a transmitância).

\*\*\*\*\*- O estudo inclui apenas os edifícios residenciais.

Parâmetros característicos da **relação edifício/estufa**:

Parâmetro:	Unidade:	Limites:	Nom:
Relação de áreas (*)	-	0 a 0.20	RS

\*- Razão entre a área total da estufa anexa ea área total climatizada.

## 5. EXPRESSÕES PARA O CÁLCULO DAS POUPANÇAS DE ENERGIA.

As poupanças de energia calculadas durante o período de aquecimento, expressas por m<sup>2</sup> de parede comum ou m<sup>2</sup> de área envidraçada, são dadas pela expressão:

$$P_{AQ} \text{ (kWh/m}^2\text{ano)} = 67,4 \cdot CPE - (0,0292 \cdot U_{VE} + 0,0285 \cdot E_H \cdot INF) \cdot (VI \cdot U_{VI} + (100 - VI) \cdot U_M) + 0,173 \cdot V_{LE} + 0,953 \cdot RH \cdot E_H - 0,0395 \cdot U_{VE} \cdot V_{LE} \cdot E_H / L_H - 2,9$$

O consumo adicional de energia térmica estimado durante o período de arrefecimento, é dado pela expressão:

$$C_{AR} \text{ (kWh/m}^2\text{ano)} = 19,8 \cdot CPE - 0,126 \cdot VI + 0,098 \cdot V_{LE} \cdot E_H / L_H + 29,7 \cdot FS \cdot AS / U_{VE} + 33 \cdot VO + 37,2 \cdot VS + 17,5 \cdot VE - 7,6$$

Em qualquer caso, a presença de elementos de isolamento ou de sombreamento sobre os vidros exteriores da estufa poderia remover a totalidade ou parte do consumo adicional de energia durante o período de arrefecimento.

## 6. VALORES TÍPICOS DOS PARÂMETROS E DOS SEUS EFEITOS.

A fim de dar uma idéia do efeito dos parâmetros na poupança de energia, a seguir é mostrado um exemplo com os parâmetros típicos, analisando as variações no consumo de energia quando cada uma das variáveis assume os seus valores extremos.

Valores a considerar:

Variável:	V. típico:	Extr. Inf.:	Extr. Sup.:	C. ótima*:
Absorvência solar parede	0.7	0.3	0.9	0.3
Transmitância parede	0.66	0.3	1	0.3
Porcentagem envidraçado parede	40	0	100	0
Transmitância envidraçados parede	2.5	1	3.5	1
Transmitância vidro exterior	3.5	1	6	1
Factor solar vidro exterior	0.75	0.5	0.9	0.5
Porcentagem envidraçado laterais	40	0	100	100
Grossura do envidraçado	3	0.8	5	0.8
Comprimento do envidraçado	10	1	100	100
Infiltração de ar externo	1	0	3	0
Circulação forçada de ar	5	0	10	10
Janelas viradas a sul	0.1	0	0.6	0
Janelas viradas a leste	0.1	0	0.6	0
Janelas viradas a oeste	0.1	0	0.6	0
Coefficiente perdas envolvente	0.3	0.05	0.5	0.5

\*- A combinação ótima é obtida a partir das extremidades superior ou inferior, em função dos valores de poupanças globais mais favoráveis.

Poupança de energia para os **valores típicos** supostos:

Poupança de energia para aquecimento:	10.67	kwh/m <sup>2</sup> ano
Maior consumo de energia para refrigeração:	7.70	kwh/m <sup>2</sup> ano
Poupança global estimada:	2.97	kwh/m <sup>2</sup> ano

### Efeitos dos parâmetros:

A seguir é mostrada uma tabela comparativa com os valores de poupança de energia fornecidos pela estufa anexa nas extremidades superior e inferior de cada uma das variáveis (com os restantes parâmetros no valor típico anteriormente definido).

Variável:	POUPANÇA AQUEC.			MAIOR CONSUMO ARREF.			POUPANÇA GLOBAL		
	V. típico:	Extr. Inf:	Extr. Sup:	V. típico:	Extr. Inf:	Extr. Sup:	V. típico:	Extr. Inf:	Extr. Sup:
Absorvência solar parede	10.67	10.67	10.67	7.7	5.16	8.97	2.97	5.51	1.7
Transmitância térmica parede	10.67	14.72	6.84	7.7	7.7	7.7	2.97	7.02	-0.86
<b>Percentagem envidraçado parede</b>	10.67	<b>24.49</b>	-10.05	7.7	12.74	0.14	2.97	<b>11.75</b>	-10.19
<b>Transmitância envidraçado parede</b>	10.67	<b>21.93</b>	3.16	7.7	7.7	7.7	2.97	<b>14.23</b>	-4.54
<b>Transmitância vidro exterior</b>	10.67	<b>22.05</b>	-0.71	7.7	18.84	5.84	2.97	3.21	-6.55
Factor solar vidro exterior	10.67	10.67	10.67	7.7	6.22	8.59	2.97	4.45	2.08
Percentagem envidraçado laterais	10.67	5.41	18.56	7.7	6.53	9.47	2.97	-1.12	9.09
Grossura do envidraçado	10.67	10.16	11.14	7.7	6.84	8.49	2.97	3.32	2.65
Comprimento do envidraçado	10.67	-4.27	12.16	7.7	18.29	6.64	2.97	-22.56	5.52
<b>Infiltrações de ar externo</b>	10.67	<b>22.61</b>	-13.2	7.7	7.7	7.7	2.97	<b>14.91</b>	-20.9
<b>Circulação forçada de ar</b>	10.67	-3.62	<b>24.96</b>	7.7	7.7	7.7	2.97	-11.32	<b>17.26</b>
Janelas viradas a sul	10.67	10.67	10.67	7.7	3.98	26.3	2.97	6.69	-15.63
Janelas viradas a leste	10.67	10.67	10.67	7.7	5.95	16.45	2.97	4.72	-5.78
Janelas viradas a oeste	10.67	10.67	10.67	7.7	4.4	24.2	2.97	6.27	-13.53
<b>Coefficiente perdas envolvente</b>	10.67	-6.18	<b>24.15</b>	7.7	2.75	11.66	2.97	-8.93	<b>12.49</b>

Em **negrito** foram realçados os parâmetros com efeito mais pronunciado sobre a poupança de energia a partir do caso típico considerado. Poupança de energia negativa indica que a presença da galeria estaria penalizando o consumo de energia do edifício.

Poupança de energia pela **combinação ótima** (com todos os parâmetros na extremidade mais favorável):

<b>Poupança de energia para aquecimento:</b>	<b>54.82</b>	<b>kwh/m<sup>2</sup>ano</b>
<b>Maior consumo de energia para refrigeração:</b>	<b>6.83</b>	<b>kwh/m<sup>2</sup>ano</b>
<b>Poupança global estimada:</b>	<b>47.98</b>	<b>kwh/m<sup>2</sup>ano</b>