



Tenuta dei serramenti
Cantiere XXXXXXX
XXXXXX

Sommario

Indice delle Figure.....	3
Normativa di Riferimento	4
Introduzione	5
Procedura	5
Impianti – modalità Cruise ore 10.30	7
Serramenti – modalità Cruise ore 10.30	8
Impianti – modalità Cruise ore 15.00	11
Serramenti – modalità Cruise ore 15.00	12
Test di Valutazione della tenuta.....	14
Misure durante il test.....	15
Certificato.....	16
Grafico	17
Conclusioni	18
Allegato A.....	19
Allegato B.....	20
Allegato C	21

Indice delle Figure

Figura 1 ingresso d'aria dal corrugato.....	7
Figura 2 Ingresso d'aria dalla tramezza.....	7
Figura 3 Valore misurato dal termoanemometro	7
Figura 4 Quadro generale ingresso d'aria dal corrugato inferiore.....	7
Figura 5 Quadro generale ingresso d'aria dal corrugato superiore.....	7
Figura 6 finestra del soggiorno – infiltrazione modesta	8
Figura 7 finestra soggiorno infiltrazione di aria	8
Figura 8 finestra soggiorno - infiltrazione di aria	8
Figura 9 portafinestra camera da letto	8
Figura 10 camera da letto - infiltrazione.....	8
Figura 11 camera da letto - infiltrazione.....	8
Figura 12 camera da letto infiltrazione modesta	9
Figura 13 camera da letto infiltrazione modesta	9
Figura 14 camera da letto	9
Figura 15 camera da letto	9
Figura 16 camera da letto	9
Figura 17 camera da letto	9
Figura 18 finestra del bagno	10
Figura 19 finestra del bagno	10
Figura 20 finestra del bagno	10
Figura 21 finestra del bagno	10
Figura 22 immagine IR infiltrazioni dal cardine	10
Figura 23 immagine visibile del cardine.....	10
Figura 24 immagine IR ricerca di infiltrazioni nell'angolo	11
Figura 25 finestra del bagno - immagine al visibile.....	11
Figura 26 immagine IR - interruttore ingresso	11
Figura 27 immagine visibile interruttore	11
Figura 28 camera da letto	12
Figura 29 camera da letto	12
Figura 30 camera da letto	12
Figura 31 camera da letto	12
Figura 32 finestra del bagno	12
Figura 33 finestra del bagno	12
Figura 34 finestra del bagno	13
Figura 35 finestra del bagno	13
Figura 36 finestra del soggiorno	13
Figura 37 portoncino di ingresso.....	13
Figura 38 portoncino di ingresso.....	13
Figura 39 portoncino di ingresso.....	13

Normativa di Riferimento

UNI 13829:2002 *Prestazione termica degli edifici Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore*

UNI 9252:1988 *Isolamento termico. Rilievo e analisi qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri degli edifici. Metodo della termografia all'infrarosso.*

UNI EN 13187:2000 *Prestazione termica degli edifici - Rivelazione qualitativa delle irregolarità termiche negli involucri edilizi - Metodo all'infrarosso*

ISO 9712 *Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel*

UNI EN 473 *Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali*

Introduzione

Lo scrivente, laureato in ingegneria civile indirizzo strutture presso la Facoltà di Ingegneria di Padova, regolarmente iscritto all'albo degli ingegneri della Provincia di Rovigo su richiesta di "XXXXXX" installatore dei serramenti, di seguito chiamato Committente ha realizzato un test di tenuta all'aria e rilievo delle infiltrazioni con termo anemometro e termocamera .

Si è concordato la realizzazione del test in data XX/XX/2009.

La richiesta del committente era di verificare la qualità di posa dei serramenti per un edificio che dovrà essere certificato in classe A di Casaclima

Procedura

Si è adottata la procedura standard della UNI EN 13829:2005 (la procedura di tenuta all'aria, ai sensi della norma citata, restituisce un valore comprensivo della tenuta dell'involucro, degli impianti e dei sistemi di ventilazione) e di misurare gli ingressi d'aria con l'ausilio di un termoanemometro.

Si riportano di seguito le istruzioni impiegate ai sensi della ISO 9712

1. Analisi visiva della situazione dell'appartamento raccolta delle informazioni di seguito riportate.
 - L'appartamento XXX si presenta finito e arredato con l'applicazione di placche agli interruttori, presenza dell'impianto citofonico, luci e mobili
 - La zona oggetto di test risulta alimentata dall' energia elettrica, mentre acqua e gas non risultano allacciati
 - Gli scarichi della cucina non risultano collegati
 - Si è provveduto a tapparli con del nastro adesivo
2. Verifica delle modalità costruttive e dei dettagli parlando con gli operatori presenti perché allo scrivente non sono stati forniti i disegni esecutivi e/o gli "as build"
 - Tramezze di ripartizione realizzate in laterizio a fori orizzontali
 - Parete di separazione rispetto al corridoio di ripartizione realizzata in laterizio
 - Parete esterna in struttura portante di calcestruzzo tamponata con elementi di laterizio
 - Presenza di scatole di impianti sia nel corridoio di ripartizione che delle tramezze interne non a tenuta d'aria
 - Impianti di distribuzione dell'energia elettrica con tubo corrugato sottotraccia
 - Le superfici e i volumi sono stati forniti dal committente a mezzo di mail
3. Predisposizione degli strumenti di misura
 - Telaio e telo di misura
 - Ventola
 - Termo anemometro per valutare le temperature esterne
 - Termocamera per le infiltrazioni di aria
 - Videoendoscopio
 - Misuratore di flusso e pressione per il blower door test
 - Macchina fotografica
 - Predisposizione del pc per la raccolta dati e la realizzazione della prova
4. Installazione dello strumento
 - Scelta del serramento
 - Installazione del telaio e del telo di tenuta
 - Collegamento dei tubi all'acquisitore
 - Collegamento alla rete elettrica

- Test di corretto funzionamento
 - Collegamento al pc
5. Predisposizione per la misura
- Lettura delle temperature interna ed esterna
 - Lettura della pressione
 - Inserimento dei dati forniti dal committente (superficie e volume)
 - Predisposizione della modalità cruise
 - Chiusura con telo a tenuta del ventilatore
 - Raccolta dati sulla pressione a flusso nullo

Inizio della modalità cruise a 50 Pa di differenza

Durante la modalità Cruise

6. Ore 10.30 Prima analisi di tenuta in modalità cruise. In questa fase il foro di aerazione posizionato dietro il termosifone è rimasto aperto.
- Azzeramento del termo anemometro
 - Ricerca delle infiltrazioni di aria in corrispondenza di impianti, serramenti e tramezze di ripartizioni con gli ambienti non pressurizzati
 - Con l'impiego di un termo anemometro e di una termocamera flir B2 si è provveduto a verificare gli ingressi di aria in corrispondenza dei serramenti, degli impianti, delle tramezze e del portoncino di ingresso, di seguito si riportano i valori rilevati.
 - Il foro di aerazione è posizionato dietro il termosifone in soggiorno non è stato possibile registrare le velocità in ingresso dell'aria. La canna fumaria non è collegata alla cappa quindi non si è potuto considerare il suo contributo.
 - Si sono cercate ed evidenziate le infiltrazioni di aria sopra i 2 m/sec per le fessure e tutte le infiltrazioni (indipendentemente dalla velocità per le forometrie più grandi)
7. Ore 15.00 Seconda analisi di tenuta in modalità cruise. In questa fase il foro di aerazione posizionato dietro il termosifone è stato chiuso.
-

Si riportano di seguito con un commento le immagini registrate al visibile e all'infrarosso.

Impianti – modalità Cruise ore 10.30

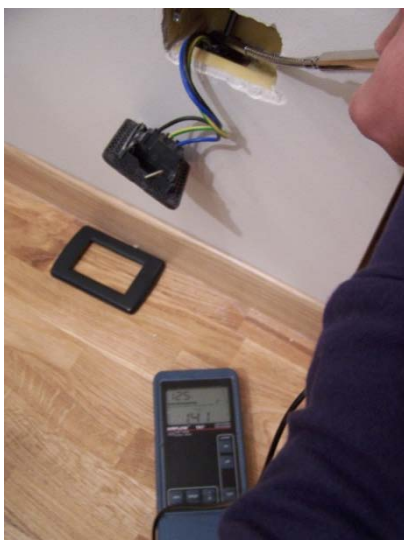


Figura 1 ingresso d'aria dal corrugato

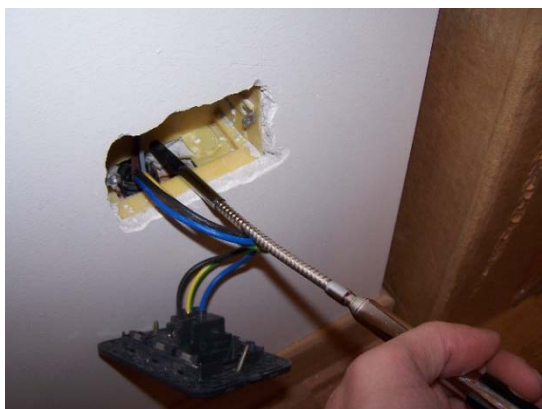


Figura 2 Ingresso d'aria dalla tramezza

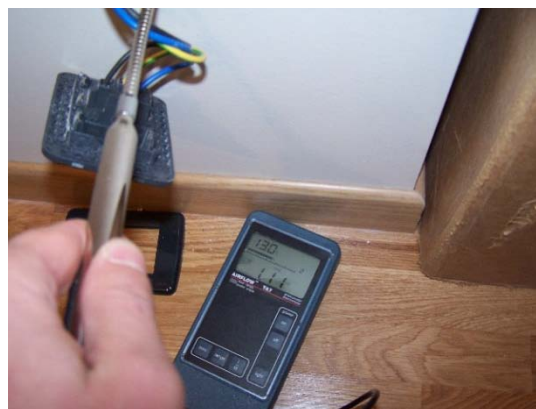


Figura 3 Valore misurato dal termoanemometro

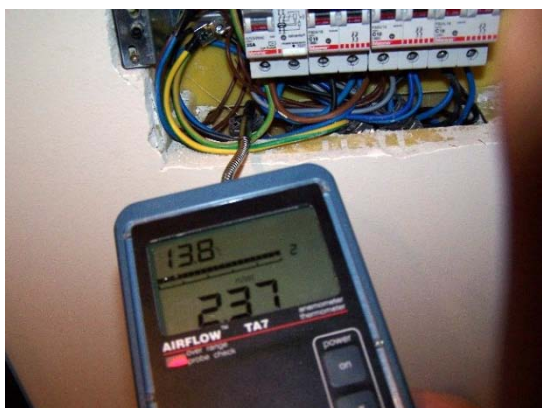


Figura 4 Quadro generale ingresso d'aria dal corrugato inferiore



Figura 5 Quadro generale ingresso d'aria dal corrugato superiore

Serramenti – modalità Cruise ore 10.30



Figura 6 finestra del soggiorno – infiltrazione modesta



Figura 7 finestra soggiorno infiltrazione di aria



Figura 8 finestra soggiorno - infiltrazione di aria



Figura 9 portafinestra camera da letto



Figura 10 camera da letto - infiltrazione



Figura 11 camera da letto - infiltrazione



Figura 12 camera da letto infiltrazione modesta



Figura 13 camera da letto infiltrazione modesta

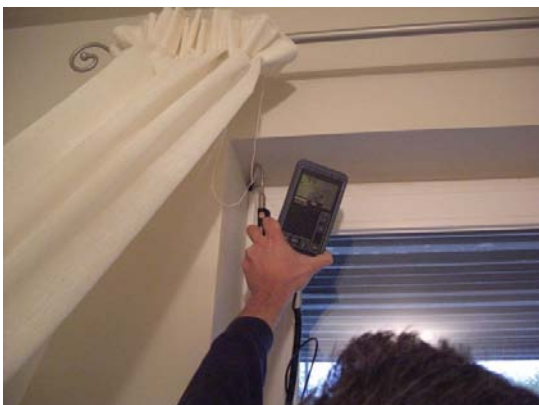


Figura 14 camera da letto

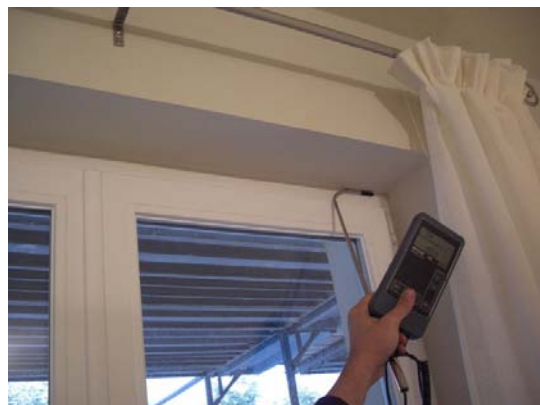


Figura 15 camera da letto



Figura 16 camera da letto



Figura 17 camera da letto



Figura 18 finestra del bagno



Figura 19 finestra del bagno



Figura 20 finestra del bagno



Figura 21 finestra del bagno

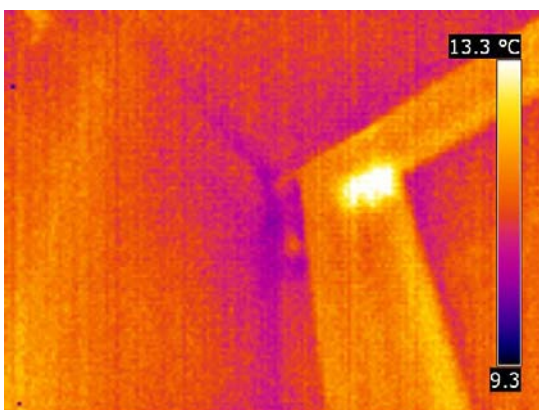


Figura 22 immagine IR infiltrazioni dal cardine



Figura 23 immagine visibile del cardine

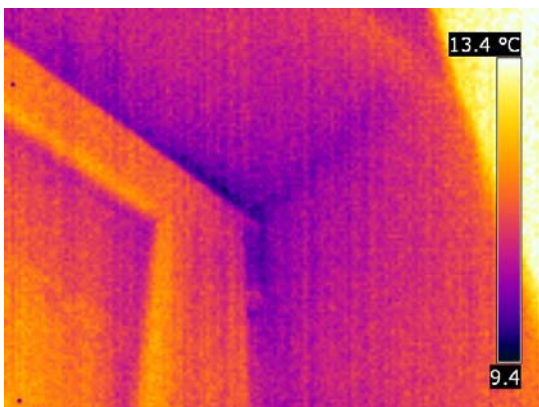


Figura 24 immagine IR ricerca di infiltrazioni nell'angolo

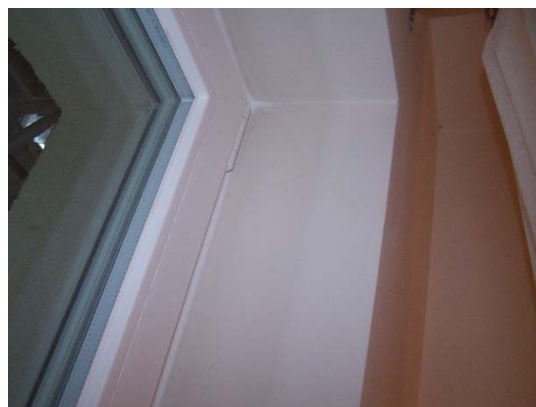


Figura 25 finestra del bagno - immagine al visibile

Impianti – modalità Cruise ore 15.00

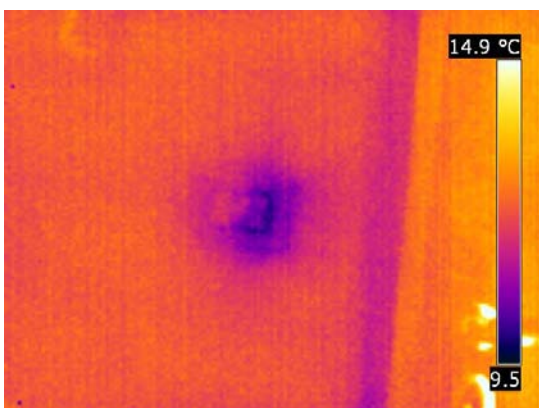


Figura 26 immagine IR - interruttore ingresso



Figura 27 immagine visibile interruttore

Non è avvenuto alcun intervento sugli impianti che denunciano gli stessi difetti di prima

Serramenti – modalità Cruise ore 15.00



Figura 28 camera da letto



Figura 29 camera da letto



Figura 30 camera da letto



Figura 31 camera da letto



Figura 32 finestra del bagno



Figura 33 finestra del bagno



Figura 34 finestra del bagno



Figura 35 finestra del bagno



Figura 36 finestra del soggiorno

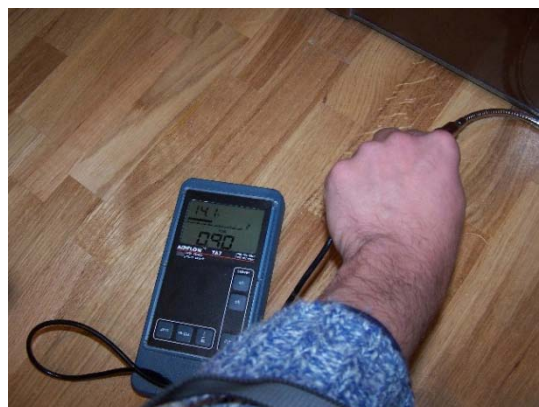


Figura 37 portoncino di ingresso



Figura 38 portoncino di ingresso



Figura 39 portoncino di ingresso

Test di Valutazione della tenuta

BlowerDoor Test EN 13829, Method A Building Test Info and Air-Moving Equipment

Building Information

Building:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Address:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Year of Construction: 2009		<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Test Date:		<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>

Customer Information

Name:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Address:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Phone:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Fax:	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>	<input style="width: 95%;" type="text"/>

Business Info

Name:	Studio di ingegneria	Technician:	Marco Boscolo
	Marco Boscolo	Phone:	+393384965653
Address:	via Cattaneo 28	Fax:	
	45100 Rovigo		

Test Method

Method:	A Test of a building in use
Standard:	Following EN 13829
Note:	

Test object:

Test object:	see comments		
Internal Volume V:	157 m ³	Error: +/- 10 %	Calculation Reference Values:
Net Floor Area A _F :	57 m ²		see appendix
Envelope Area A _E :			
Type of Ventilation:	None		
Type of Heating System:	radiatori		
Type of Air Conditioning:	split in predisposizione		
Additional Information you will find in "Comments".			

Air-moving Equipment

Device:	Minneapolis BlowerDoor Modell 4, APT		
Serial Numbers:	Fan: 0	Pressure Gauge:	Calibration: 15/05/2008
Other Devices:	APT S/N 590145		

--

Misure durante il test

BlowerDoor Test

Test Standard EN 13829, Method A

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

Object:		Technician: Marco Boscolo
		Date: 20/10/2009

Temperature and Wind Conditions

Inside Temperature:	15 °C	Wind Force:	2
Outside Temperature:	11 °C	Number of exterior pressure taps:	1
Barometric Pressure: (Standard):	101325 Pa	Building Wind Exposure:	B
		Uncertainty because of Wind (Table Geißler):	2 %

Depressurization

Pressurization

Zero Flow (baseline)	ΔP_{01}	ΔP_{01}	ΔP_{02}	ΔP_{02}	Zero Flow (baseline)	ΔP_{01}	ΔP_{01}	ΔP_{02}	ΔP_{02}
-	-	-1,1 Pa	-	-1,3 Pa	-	-	-1,5 Pa	-	-1,2 Pa

Sets of Measurement

Ring	Building Pressure	Fan Pressure	Fan Flow V_f	Tolerance	Ring	Building Pressure	Fan Pressure	Fan Flow V_f	Tolerance
OABCDE	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[%]	OABCDE	[Pa]	[Pa]	[m³/h]	[%]
ΔP_{01}	-1,1	—	—	—	ΔP_{01}	-1,5	—	—	—
B	-71	24	399	1,21	B	69	29	435	3,88
B	-66	22	379	0,92	B	63	24	400	0,24
C	-61	281	353	-0,83	B	59	22	382	0,53
C	-56	251	333	-1,04	C	53	276	350	-2,66
C	-51	226	316	-0,54	C	48	244	328	-2,36
C	-46	196	294	-0,66	C	44	221	312	-1,67
C	-41	171	274	-0,16	C	38	195	293	-0,16
C	-36	147	253	0,45	C	33	167	271	0,12
C	-31	124	232	0,57	C	28	137	244	0,95
C	-27	100	207	0,10	C	24	116	224	1,31
ΔP_{02}	-1,3	—	—	—	ΔP_{02}	-1,2	—	—	—
Correlation Coefficient r: 0,999					Correlation Coefficient r: 0,996				
Confidence Interval					Confidence Interval				
C_{glv} [m³/(h Pa²)]	26	max 28	min 24		C_{glv} [m³/(h Pa²)]	29	max 35	min 24	
C_L [m³/(h Pa²)]	26	max 28	min 25		C_L [m³/(h Pa²)]	29	max 35	min 25	
n [-]	0,63	max 0,65	min 0,62		n [-]	0,63	max 0,67	min 0,58	

Results

V =	157 m³	A _F =	57 m²	A _E =	
-----	--------	------------------	-------	------------------	--

	V_{50}	Uncertainty	n_{50}	Uncertainty	w_{50}	Uncertainty	q_{50}	Uncertainty
	m³/h	%	1/h	%	m³/m²h	%	m³/m²h	%
Depressurisation	315	+/- 7 %	2,0	+/- 12 %	5,5	+/- 12 %		
Pressurisation	341	+/- 7 %	2,2	+/- 12 %	6,0	+/- 12 %		
Average	328	+/- 7 %	2,1	+/- 12 %	5,7	+/- 12 %		

Regulation complied with:

Input

Maximum allowable:	/	1/h			
--------------------	---	-----	--	--	--

Select

Note: The result does not exclude faults in the construction.

Business Info:

Studio di ingegneria Marco Boscolo
45100 Rovigo

Date, Sign

Stamp

[Signature Box]

January 2008

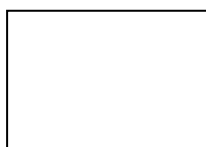
Page 2

Certificato



Certificate *about the BlowerDoor Test*

Object:



Test Date: 2009

Air change rate (n50) at 50 Pascal
according to EN 13829, Method A

n50 = 2,1 1/h

Regulation complied with: Input

n50 ≤ / 1/h

Select

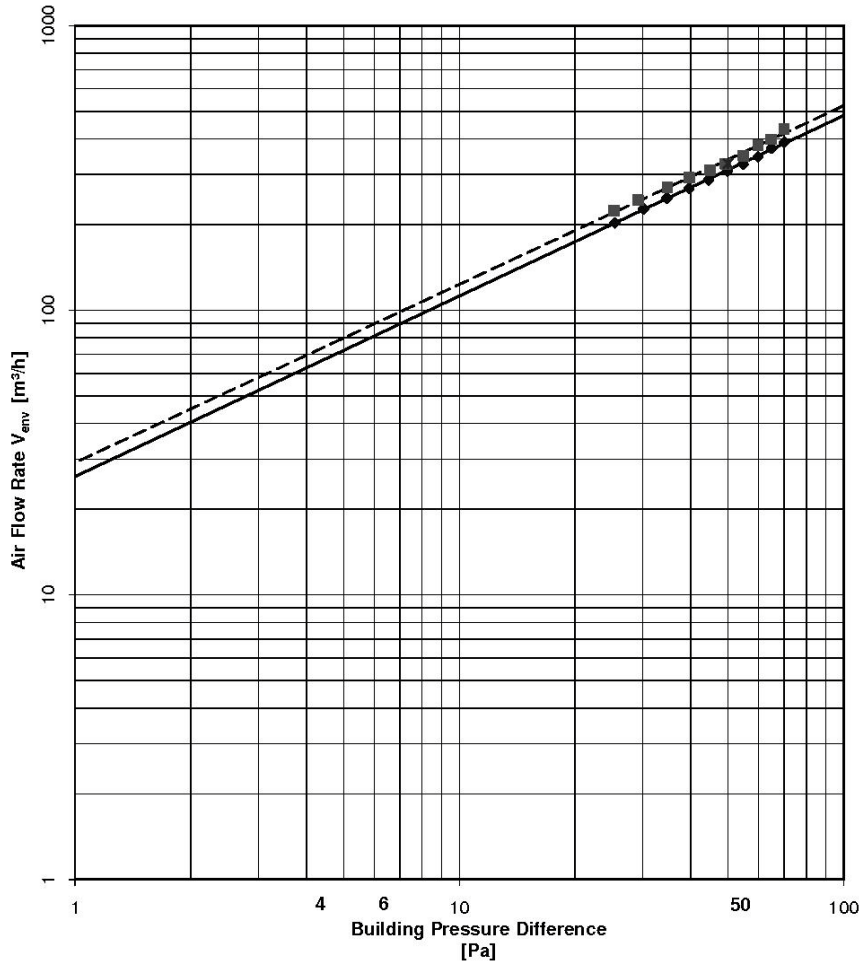
21/10/2009

Marco Boscolo

Studio di ingegneria Marco Boscolo
via Cattaneo 28
45100 Rovigo

Grafico

BlowerDoor Air Leakage Graph
Object:



- ◆ (Air Flow) Depressurisation [m^3/h]
- (Air Flow) Pressurisation [m^3/h]
- Regression line Depressurisation [m^3/h]
- - - Regression line Pressurisation [m^3/h]
- x Air Flow Rate at 50 Pa [m^3/h]

January 2008

Annex A

Conclusioni

Tra la prima analisi in modalità cruise (ore 10.30) e la seconda (ore 15.00) sono state date indicazioni al serramentista di provvedere a sistemare le anomalie riscontrate e riportate nella prima parte del rapporto.

Sono stati ripetuti i test con il termo anemometro e con la termo camera approssimativamente negli stessi punti ottenendo un miglioramento nei punti precedentemente evidenziati.

Nessuna modifica è stata fatta agli impianti non essendo stata ritenuta dall'impresa opere inerenti alle richieste contenute nella mail citata.

Non è stato possibile distinguere l'apporto d'aria dei serramenti rispetto agli impianti. Si è proceduto ad un'analisi di tutte le infiltrazioni rilevate nei serramenti, la segnalazione al committente, e l'ulteriore sigillatura. La chiusura del foro di aerazione ha ridotto il valore di n50 del primo Cruise da 4,24 (1/h) a 2,2(1/h)

Allegato A

Certificato del Termoanemometro di pressione e flusso

AIRFLOW
INSTRUMENTS
TSI Incorporated

Lancaster Road
Cressex Business Park
High Wycombe
Buckinghamshire
HP12 3QP England

Tel: +44 (0) 149 4 459200
Fax: +44 (0) 149 4 459700
E-mail: info@airflowinstruments.co.uk
Web: www.airflowinstruments.co.uk

CERTIFICATE OF CALIBRATION

INSTRUMENT TA7 Flex.Probe

SERIAL No. 125517

SPECIFICATION TP333-2

CERTIFICATE NUMBER 11125517B

DATE CERTIFIED 28 FEB 2008

PART NUMBER J72457601

This Certificate is issued in accordance with QCS 023 "Standard Conditions of Acceptance for Calibration" as currently published by Airflow Instruments.

The measurements were correct at the time of calibration.

Metric m/s			Imperial ft/min		
Range	Instrument Reading	True Reading	Range	Instrument Reading	True Reading
0 - 30	30.00	30.00	0 - 6000	5906	5905
0 - 30	15.00	15.20	0 - 6000	2953	2992
0 - 30	10.00	9.83	0 - 6000	1969	1934
0 - 30	5.00	4.83	0 - 6000	984	950
0 - 30	2.00	2.01	0 - 6000	394	395

Calibration temperature 20.5°C/ 68.9°F Barometric pressure 1011.6mb./ 29.9"Hg.
Instrument temperature 20.5°C/ 68.9°F

This is to certify that the above item has been calibrated in accordance with our Specification and conforms to our published accuracy.

All measured parameters are traceable to DKD - see overleaf for reference standards traceability.

CALIBRATED BY

Uncertainty of measurement is estimated to be 0.8% or 0.024 m/s whichever is greater. The uncertainties are for a confidence probability of not less than 95%.

TSI Instruments Ltd is an ISO9001:2000 accredited company; BSI Certificate FM501492

Allegato C

Termocamera Flir B2

CARATTERISTICHE IMMAGINE

Campo visivo/minima distanza focale 19° x 14°/0,3 m (con l'ottica da 17 mm)

Risoluzione termica 0,10°C alla piena frequenza di 50 Hz e in tutto il range di misura

Frequenza di acquisizione immagine 50 Hz senza interlacciamento

Messa a fuoco Manuale

Tipo di sensore Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato 160 x 120 pixels

Campo spettrale da 7,5 a 13 μm

CAPACITÀ DI MISURA

Campo di misura della temperatura da -20°C a +100°C

Precisione $\pm 2^\circ\text{C}$, $\pm 2\%$

Ripetibilità $\pm 1^\circ\text{C}$, $\pm 1\%$

Parametri di correzione Emissività variabile da 0,1 a 1,0, temperatura ambiente

OTTICHE SUPPLEMENTARI

2 x Teleobiettivo 9° x 7°/1,2 m (con l'ottica da 36 mm)

Temperatura di funzionamento da -15°C a +50°C

Temperatura di conservazione da -40°C a +70°C

Umidità Funzionamento e conservazione, dal 20% all' 80%, senza condensa