

13 ottobre 2016 – Modena
Corso per certificatori energetici

Arch. Valentina Raisa



2.2 Ventilazione e benessere indoor: problematiche legate alla salubrità degli ambienti - la nuova norma sulla ventilazione

4 ore

- materiali e tecnologie, prestazioni energetiche dei componenti e dei sistemi impiantistici
- controllo delle perdite e delle dispersioni: ventilazione meccanica controllata, il recupero di calore
- esempi di soluzioni tecniche per il miglioramento della prestazione energetica di impianti esistenti, anche attraverso interventi di efficientamento e/o di integrazione.

Diritti d'autore: la presente presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

2/88

Indice della presentazione – Durante la presentazione (non alla fine) si utilizzerà il software Thermo di Namirial in versione prova gratuita.

Argomento 1

Dalla Legge 10/91 alle UNI TS 11300 del 2008 e 2016.

Argomento 2

La ventilazione nella UNI TS 11300-1 del 2008. Il punto di partenza per capire il cuore del calcolo.

Argomento 3

La formula per il calcolo delle dispersioni per ventilazione

Argomento 4

La ventilazione nella UNI TS 11300-1 e 2 del 2014. Una grande complessità. E' giustificata?

Argomento 5

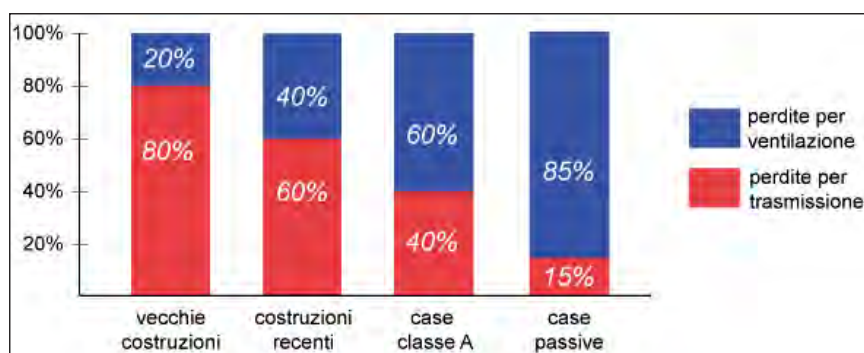
Capire i software sul mercato: durante tutta l'esposizione.

Arch. Valentina Raisa

Argomento 1

Dalla Legge 10/91 alle UNI TS 11300 del 2008 e 2016.

Un Breve iter per capire come si è evoluto il metodo di calcolo delle dispersioni per ventilazione e gestire la complessità di calcolo attuale. Questa rassegna è molto utile per affrontare la compilazione di un A.P.E.



Arch. Valentina Raisa³

4/88

Il punto di partenza: L 10/91 con il D.P.R. 412/93

Nella formula per il calcolo del fabbisogno energetico normalizzato era compresa la parte relativa alla ventilazione.

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 ore), espresso in h^{-1} .

convenzionalmente fissato in **$0,5 h^{-1}$** per l'edilizia abitativa nel caso non sussistano ricambi meccanici controllati.

Arch. Valentina Raisa⁴

Concetto di n , tasso di ventilazione (propedeutico per il prosieguo)

$$n = \frac{q_v}{V}$$

n = tasso di ricambio orario e ha le dimensioni [h^{-1}];

q_v = portata d'aria [m^3/h];

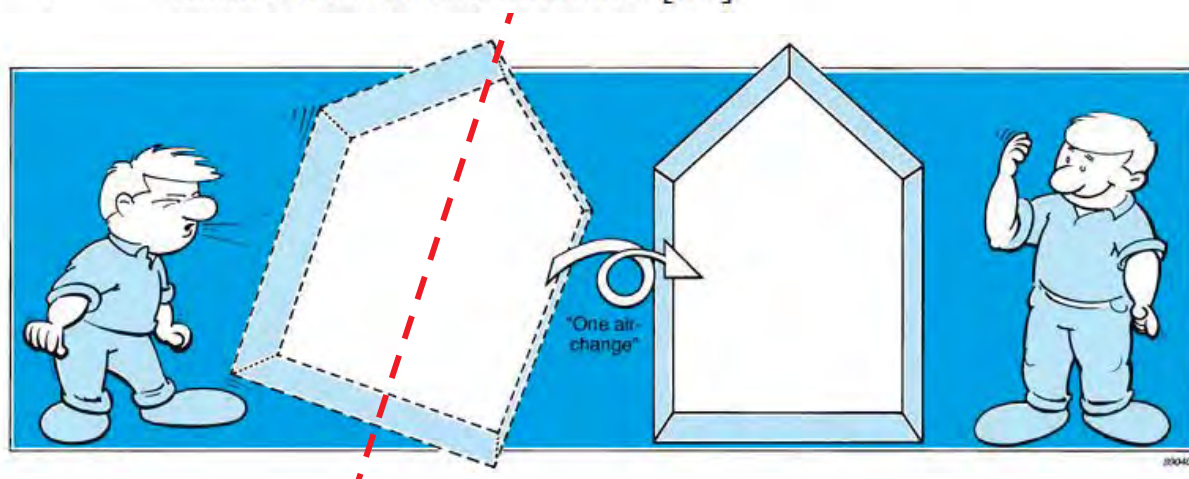
V = volume interno dell'ambiente [m^3].

Esempio:

Appartamento: 300 m^3

Ricambio: $150 \text{ m}^3/\text{h}$

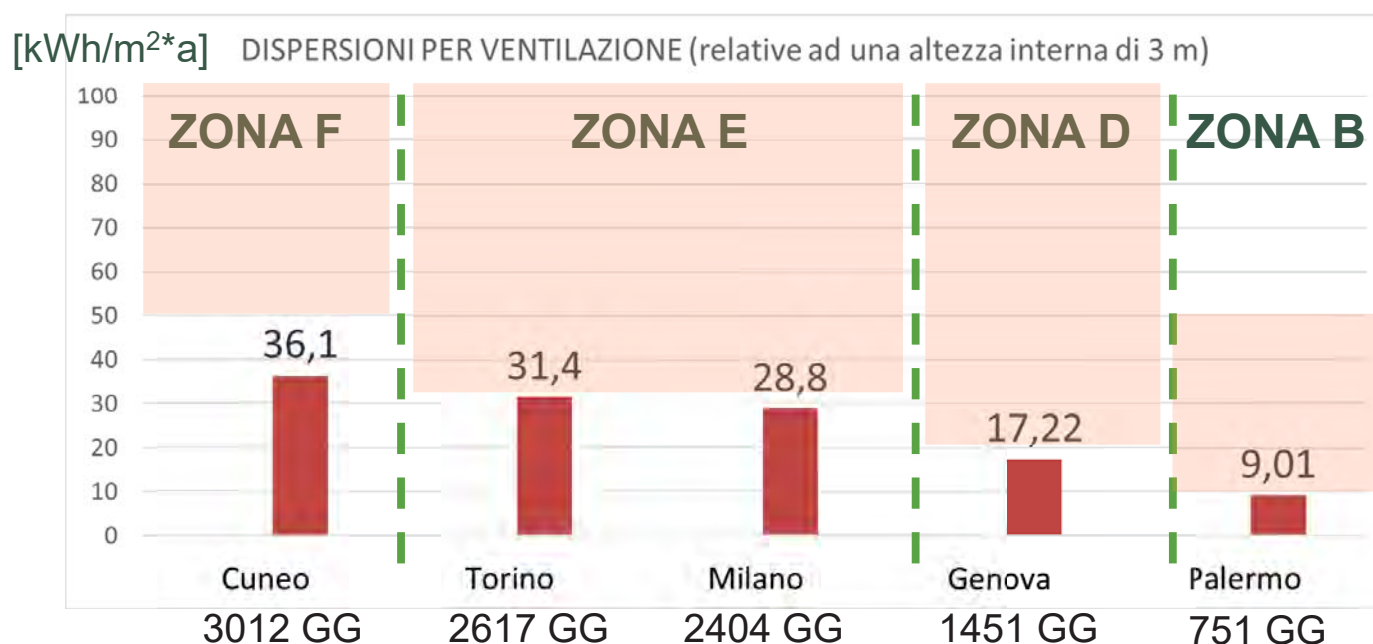
$n: 150/300=0,5 \text{ h}^{-1}$



Arch. Valentina Raisa

A che consumi corrisponde una ventilazione di $0,5 \text{ h}^{-1}$?

Le parti colorate danno una indicazione sui valori del FEP al 2008.



Arch. Valentina Raisa

Argomento 2

La ventilazione nella UNI TS 11300-1 del 2008. Il punto di partenza per capire il cuore del calcolo.

Analisi delle norme correlate e citate nella UNI TS 11300-1:
 UNI 10339,
 UNI EN 15242,
 UNI EN 15251,
 UNI EN 13779.

Arch. Valentina Raisa⁷

8/88

La ventilazione nella UNI TS 11300:2008 - cenni

Il paragrafo 12 inizia in questa maniera:

«*Le caratteristiche delle diverse tipologie dei sistemi di ventilazione sono descritte nel **CEN TR 14788**.*»

*Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione sono fornite nella **UNI EN 12792**.»*

Successivamente parla di:
Portate di ventilazione
 (paragrafo 12.1)

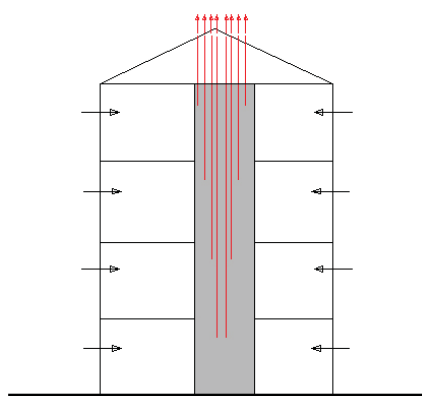
NOTA: la UNI TS 11300-1 NON è una norma di progetto.

I valori delle portate indicati al paragrafo 12.1 **NON** servono per dimensionare i sistemi di ventilazione.

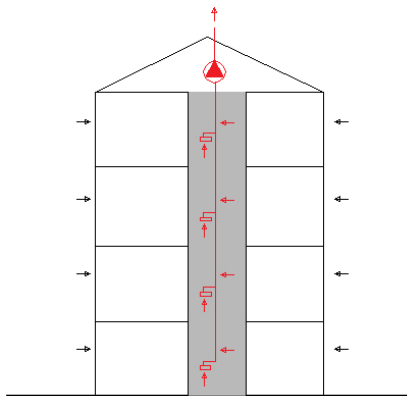
Arch. Valentina Raisa⁸

CEN TR 14788 (2005): progettazione, dimensionamento, IAQ

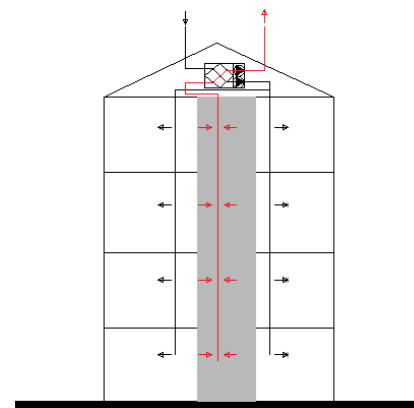
Ventilation for buildings - Design and dimensioning of residential ventilation systems



VENTILAZIONE
NATURALE



A FLUSSO
SEMPLICE PER
ESTRAZIONE



A DOPPIO FLUSSO
SEMPLICE CON
RECUPERO DI
CALORE

Arch. Valentina Raisa⁹

10/88

UNI EN 12792 (2005)

Ventilazione degli edifici
Simboli, terminologia e simboli grafici

VENTILAZIONE

“Designed supply and removal of air to and from a treated space”

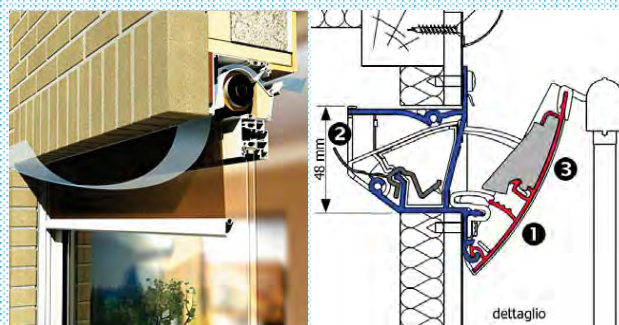
DESIGN = PROGETTO



IAQ (Indoor Air Quality)
UNI EN 15251

AERAZIONE

“natural ventilation by window opening”



Arch. Valentina Raisa¹⁰

La ventilazione nella UNI TS 11300:2008 - cenni

Questo nella norma.
Ma nella pratica?
Valutazioni in aula.

12.1 Portata di ventilazione

12.1.1 Valutazione di progetto o standard

1

Non sono portate
di progetto, ma
valori «standard»

Nel caso di aerazione o ventilazione naturale:

- per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a 0,3 vol/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i tassi di ricambio d'aria riportati nella UNI 10339. I valori degli indici di affollamento sono assunti pari al 60% di quelli riportati nella suddetta norma ai fini della determinazione della portata di progetto.

2

Sono portate
di progetto,
con eventuali
correzioni.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a semplice flusso (aspirazione) il tasso di ricambio d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \times k \quad \leftarrow \text{Correzione per regolazione} \quad (21)$$

dove $q_{ve,des}$ è la portata d'aria di progetto e k è un coefficiente di contemporaneità di utilizzo delle bocchette aspiranti. In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere $k = 1$ per sistemi a portata fissa, $k = 0,6$ per ventilazione igro-regolabile.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso il tasso di ricambio d'aria è fissato pari a:

$$q_{ve} = q_{ve,des} \times (1 - \eta_{ve}) \quad \leftarrow \text{Correzione per recupero di calore} \quad (22)$$

dove $q_{ve,des}$ è la portata d'aria di progetto del sistema per ventilazione meccanica, η_{ve} è il fattore di efficienza dell'eventuale recuperatore di calore dell'aria (pari a 0 se assente).

Arch. Valentina Raisa

L'importanza del paragrafo 12.1.2

Valutazione adattata all'utenza

Per calcoli aventi scopi differenti da quello di progetto o standard è possibile effettuare una determinazione accurata della portata di ventilazione, tenendo conto anche dei requisiti relativi alla qualità dell'aria interna.

3

Nel caso di aerazione e di ventilazione naturale non è possibile determinare con certezza le portate di rinnovo. Il tasso di ricambio d'aria di un edificio dipende dalle condizioni climatiche al contorno (velocità e direzione del vento e differenza di temperatura tra esterno ed interno), dalla permeabilità dell'involucro e dal comportamento dell'utenza. I valori reali di ricambio d'aria reali possono quindi essere notevolmente diversi da quelli indicati per la valutazione di progetto o standard.

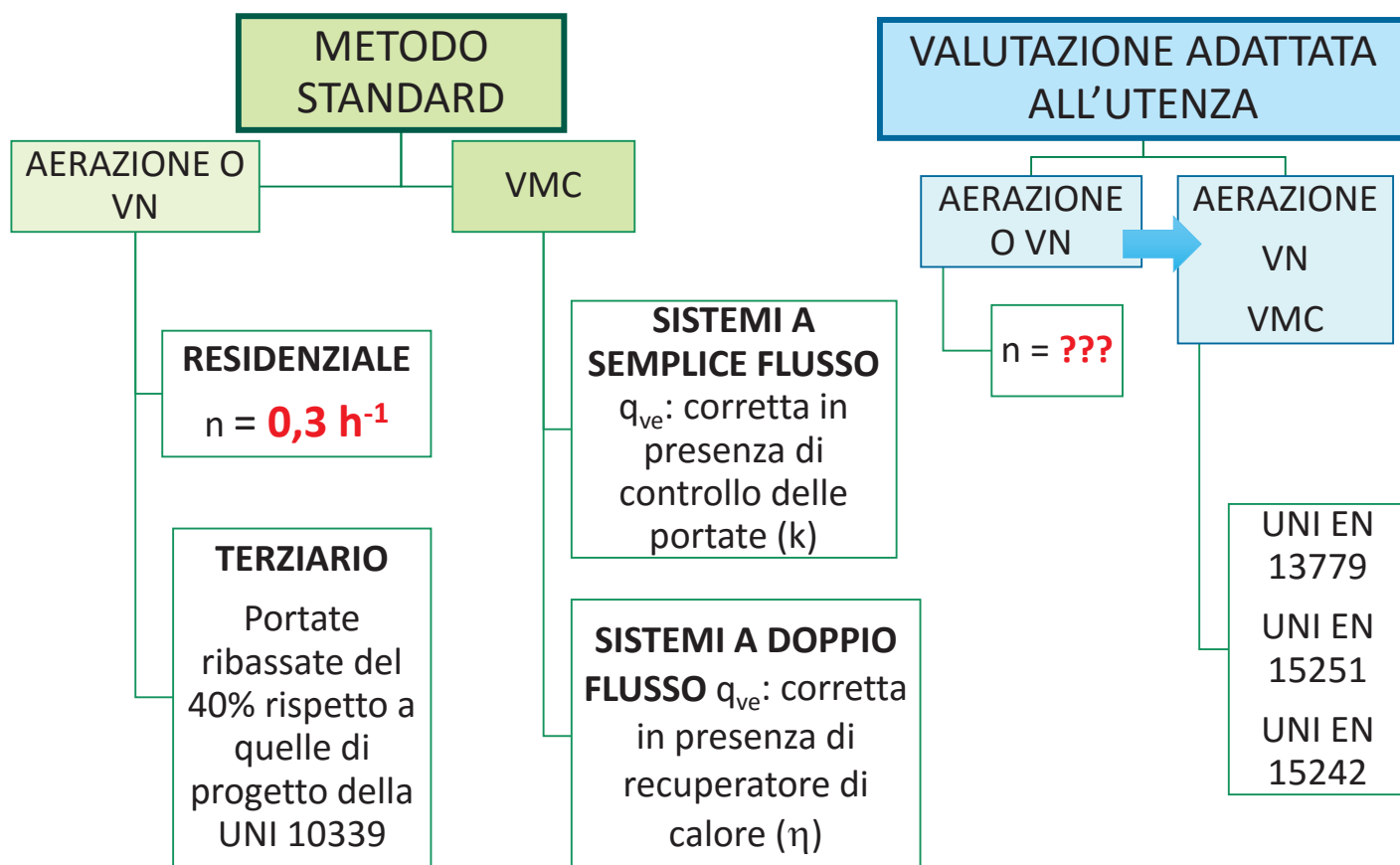
Ai fini della determinazione della portata di ventilazione richiesta per soddisfare l'esigenza di qualità dell'aria interna si fa riferimento alle UNI EN 13779 e UNI EN 15251.

Ai fini di un calcolo dettagliato della portata di ventilazione si fa riferimento alla UNI EN 15242.

NB: questo paragrafo rimane **invariato**, nella UNI TS 11300-1:2014, diventando il 12.5.

Arch. Valentina Raisa

La ventilazione nella UNI TS 11300:2008 - cenni

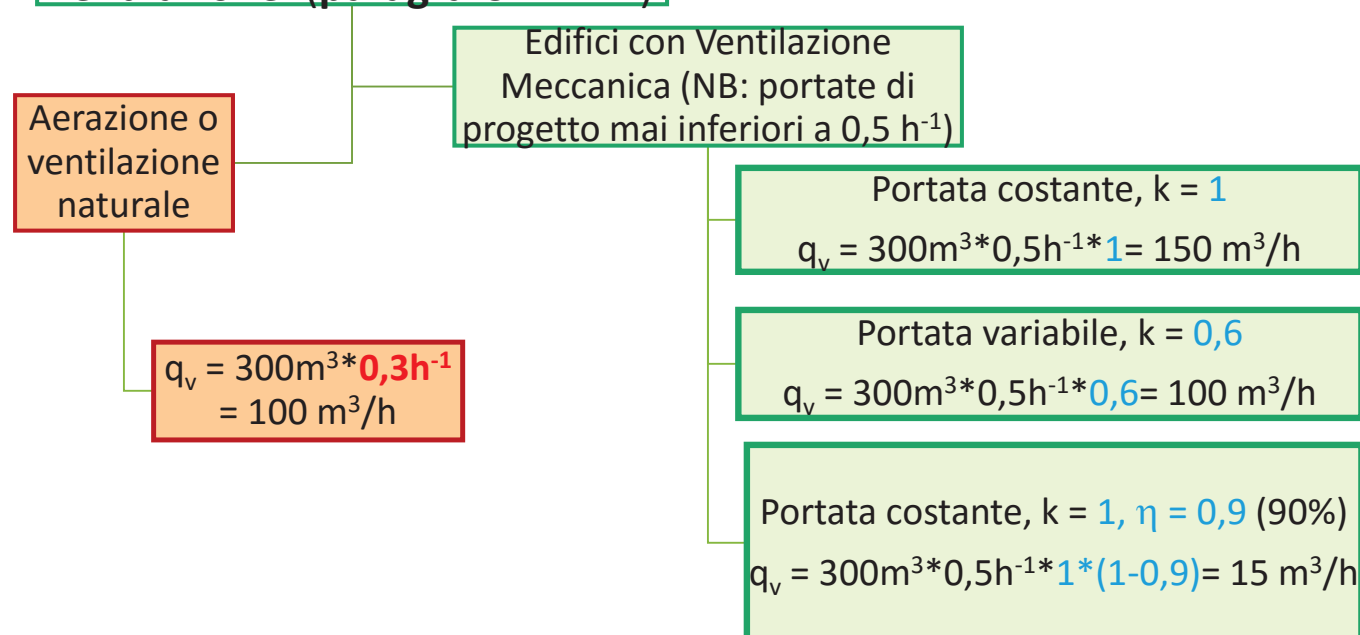


Arch. Valentina Raisa

ESEMPIO. Calcolo portata di ricambio dell'aria per valutazione fabbisogni di ventilazione. (**paragrafo 12.1.1**)

Appartamento tipo:

Superficie: 100 m^2
 Altezza interna: 3 m
 Volume: 300 m^3



Arch. Valentina Raisa

APPARTAMENTO TIPO A MODENA: 300 m³ con h interna di 3 m

PORTATE D'ARIA «EQUIVALENTI» AI FINI DEL CALCOLO DELLE
DISPERSIONI PER VENTILAZIONE SECONDO UNI TS 11300-1 (2008)
[m³/h]

Aerazione o ventilazione naturale	Ventilazione meccanica		
	A flusso semplice k=1	A flusso semplice k=0,6	A flusso bilanciato con recupero di calore $\eta = 0,9$
100	150	100	15

Vanno considerati anche i consumi dei ventilatori

NB: non sono valori reali o di progetto. E' la convenzione secondo la quale si esegue il calcolo ai soli fini della compilazione di un A.P.E.

Arch. Valentina Raisa¹⁵

UNI 10339 (1995) – Edilizia residenziale

Impianti aeraulici a fini di benessere
Generalità, classificazione e requisiti
Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
Sostituisce UNI 5104

Categoria di edificio	Indice di affollamento (persone/m ²)	Portata di aria esterna per persona 10 ⁻³ m ³ /s	Portata di aria esterna per m ² di superficie 10 ⁻³ m ³ /(s*m ²)
EDILIZIA RESIDENZIALE			
Soggiorni, camere	0,04	11	-
Bagni – Cucine (wet rooms)	ESTRAZIONI		

Esempio per un appartamento di 100 m².

STEP1: Calcolo numero di persone = 100*0,04=4

STEP2: Calcolo portata per persona = 11*3,6 = 39,6 m³/h

STEP 3: Calcolo portata totale = 39,6*4 = 158,4 m³/h

STEP 4: Studio del tasso di ventilazione = 158,4/300 = 0,52 h⁻¹

Arch. Valentina Raisa

UNI 10339 (1995) – Edilizia terziaria

Categoria di edificio EDILIZIA TERZIARIA	Indice di affollamento (persone/m ²)	Portata di aria esterna per persona	
		10 ⁻³ m ³ /s	m ³ /h
Camere di albergo	0,04	11	39,6
Uffici singoli	0,06	11	39,6
Uffici open space	0,12	11	39,6
Sale da ballo	1	16,5	59,4
Sale lettura, biblioteche	0,3	5,5	19,8
Saloni di bellezza	0,2	14	50,4
bowling	0,6	10	36
Aule universitarie	0,6	7	25,2
Sale insegnanti	0,3	6	21,6

Arch. Valentina Raisa

18/88

UNI EN 15242 (2008) per valutazioni adattate all'utenza

Ventilation for buildings - Calculation methods for the determination of air flow rates in buildings including infiltration

Valutazione della portata d'aria entrante per apertura di un serramento ($q_{Vairing}$). (NB: no ventilazione incrociata)

$$q_{Vairing} = 3.6 \cdot 500 \cdot A_{ow} \cdot V^{0,5}$$

$$V = Ct + Cw \cdot V_{met}^2 + Cst \cdot H_{window} \cdot \text{abs}(\theta_i - \theta_e)$$

Area della finestra (m²)
 Velocità del vento (m/s) a 10 metri di altezza
 h utile finestra
 Δt interno/esterno
 0,01 0,001 0,0035

Arch. Valentina Raisa

UNI EN 15242 (2008): esempi di calcolo di $q_{V\text{airing}}$

qV airing	298,5505	m ³ /h
valore da normativa	3,6	ad
valore da normativa	500	ad
A _{ow}	1	m ²
$\sqrt{0,5}$	0,165861	
V	0,02751	
altezza utile della finestra	1	m
larghezza utile della finestra	1	m
C _t	0,01	ad
C _w	0,001	ad
velocità del vento in m/s a 10 metri di altezza	0,1	m/s
V _{met} ²	0,01	m/s
C _{st}	0,0035	ad
temperatura interna	20	°C
temperatura esterna	15	°C
Δt interno esterno (valore assoluto)	5	°C

Utilizzando un foglio excel:

Dati da conoscere:

- Larghezza della finestra
- Altezza della finestra
- Velocità del vento
- Temperature dell'aria interna
- Temperatura dell'aria esterna

Esempio di calcolo per l'edilizia residenziale

DATI FISSI	
h finestra	1 m
L finestra	1 m
Vel. vento	0,1 m/s

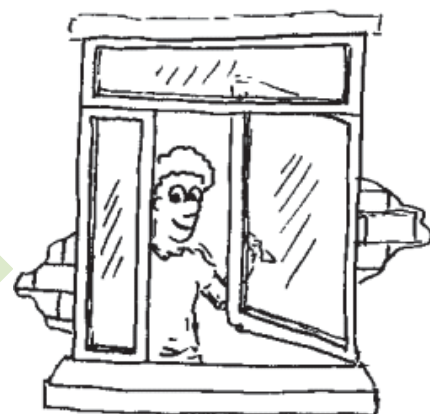
RISULTATI PER DIVERSE SITUAZIONI CLIMATICHE			
Δt int./esterno	5 °C	10 °C	20 °C
qV	238 m ³ /h	305 m ³ /h	407 m ³ /h

Arch. Valentina Raisa

20/88

QUAL'E' IL TASSO DI VENTILAZIONE «n» PER AERAZIONE?

Non è possibile determinarlo univocamente! (utenza, clima, frequenza aperture, ecc.)



FINESTRA APERTA = AERAZIONE

Si "associa convenzionalmente" una portata «equivalente»

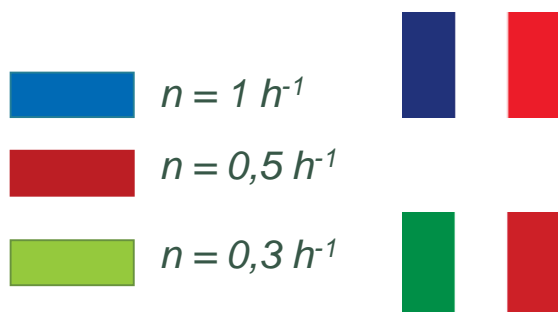
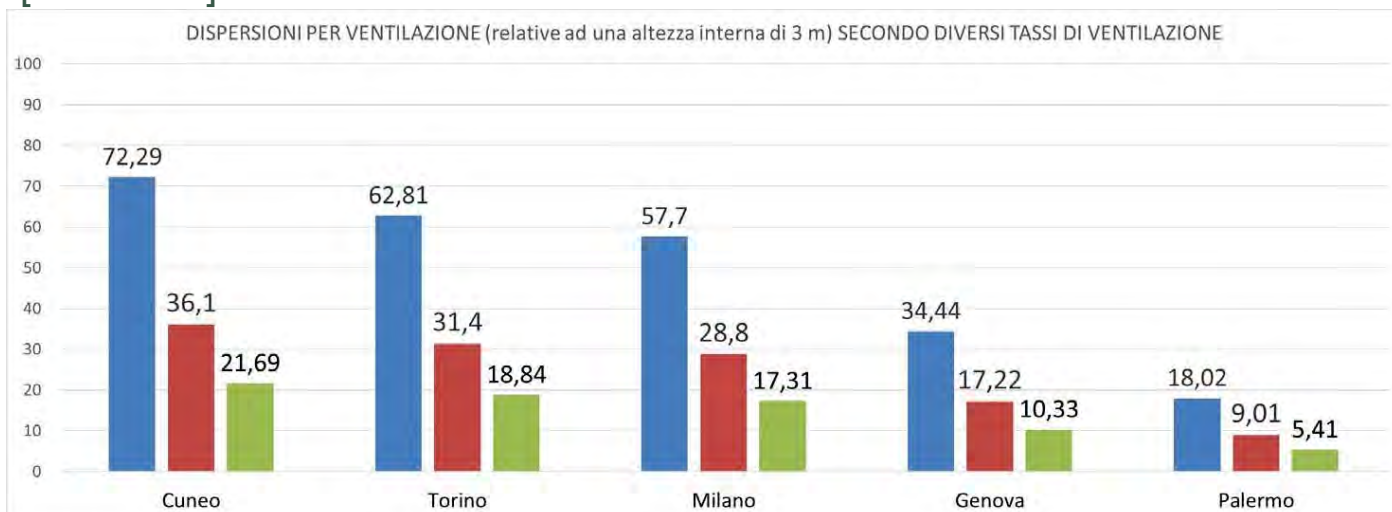
In Francia: $n_{\text{equivalente}} = 1 \text{ h}^{-1}$



- Nella UNI TS 11300-1(resid): $n_{\text{equivalente}} = 0,3 \text{ h}^{-1}$



Arch. Valentina Raisa

[kWh/m²*a]

Arch. Valentina Raisa

22/88

UNI EN 15251 (2008) – Edilizia residenziale

Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics

Categoria	Portate d'aria e tassi di ricambio ^a		Soggiorni, stanze da letto. Portate di aria esterna		Portate di estrazione dell'aria (4) [L/s]		
	[L/(s m ²)] (1)	[h ⁻¹]	[L/s] per personab (2)	[L/(s m ²)] (3)	Cucine (4a)	Bagni (4b)	Servizi igienici (4c)
I	0,49	0,7 (0,65)	10	1,4	28	20	14
II	0,42	0,6 (0,56)	7	1	20	15	10
III	0,35	0,5 (0,47)	4	0,6	14	10	7

Note:

a) Le portate espresse in L/(s m²) e i tassi di ricambio espressi in h⁻¹ si corrispondono per un'altezza d'ambiente pari a 2,5 m, come in UNI EN 15251; tra parentesi sono riportati i tassi di ricambio riferiti ad un'altezza di 2,7 m.

Arch. Valentina Raisa

UNI EN 15251 (2008) – Edilizia terziaria

Criterio 1	Metodo basato sulla somma delle portate d'aria richieste per <u>persona</u> e per <u>superficie</u> unitaria dell'edificio (formula binomia).
Criterio 2	Metodo basato sulla scelta di una portata di ventilazione tra due diversi valori: per persona oppure per superficie unitaria
Criterio 3	Individuazione della portata di ventilazione sulla base della concentrazione di CO₂ mantenibile in ambiente.

Arch. Valentina Raisa

24/88

Criterio 1 - Somma delle portate d'aria richieste per persona e per unità di superficie.

Categoria	PPD [%]	Portata per persona	
		L/s	m ³ /h
I	15	10	36
II	20	7	25,2
III	30	4	14,4
IV	>30	<4	



Categoria	Very low polluting building		Low polluting building		Non-Low polluting building	
	L/s, m ²	m ³ /h, m ²	L/s, m ²	m ³ /h, m ²	L/s, m ²	m ³ /h, m ²
I	0,5	1,8	1	3,6	2	7,2
II	0,35	1,26	0,7	2,52	1,4	5,04
III	0,3	1,08	0,4	1,44	0,8	2,88

Arch. Valentina Raisa

Criterio 1

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A \cdot q_B$$

Tabella B.2
estratto

portata per
persona

portata per
superficie unitaria

Type of building or space	Category	Floor area m ² /person	q_p	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}	q_B	q_{tot}
			l/s, m ² for occupancy	l/s, m ² for very low-polluted building		l/s, m ² for low-polluted building		l/s, m ² for non-low polluted building	
Single office	I	10	1,0	0,5	1,5	1,0	2,0	2,0	3,0
	II	10	0,7	0,3	1,0	0,7	1,4	1,4	2,1
	III	10	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,8	1,2

Arch. Valentina Raisa

Criterio 1 - Esempio di calcolo per un ufficio singolo, classe II - III e Low polluting building

Categoria	PPD	Portata per persona	
		L/s	m ³ /h
II	20	7	25,2
III	30	4	14,4

+

Categoria	Low polluting building	
	L/s, m ²	m ³ /h, m ²
II	0,7	2,52
III	0,4	1,44

Ufficio: 10 m² - Persone previste: 1

Classe II

Portata per persona: 25,2 m³/h

Portata per superficie: 2,52 m³/h * 10 m² = 25,2 m³/h

Portata totale: 25,2 + 25,2 = **50,4 m³/h**

Classe III

Portata per persona: 14,4 m³/h

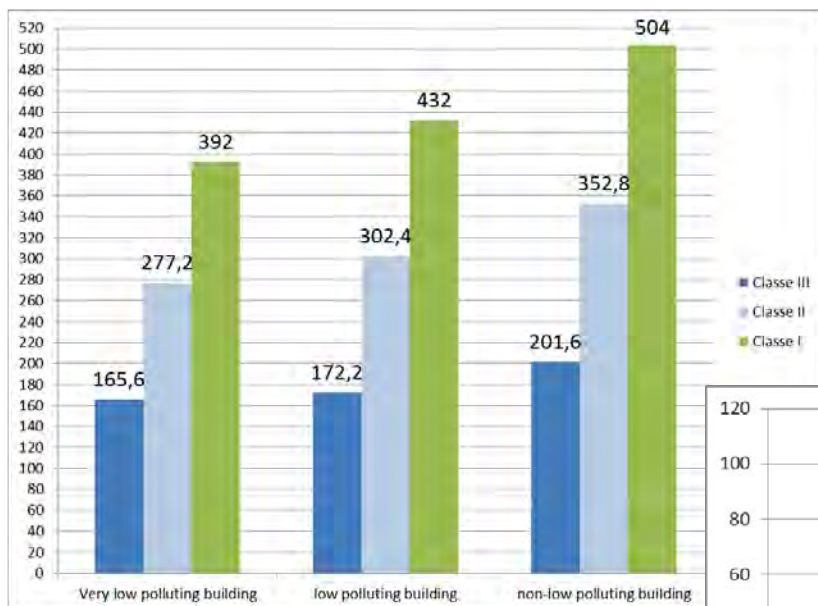
Portata per superficie: 1,44 m³/h * 10 m² = 14,4 m³/h

Portata totale: 14,4 + 14,4 = **28,8 m³/h**

Arch. Valentina Raisa

Criterio 1

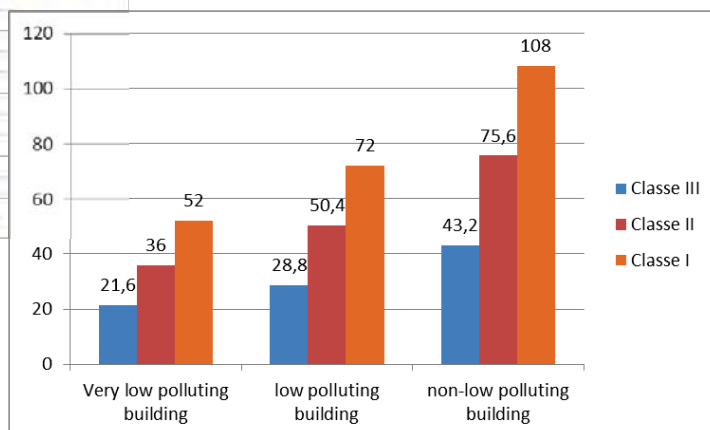
Ufficio singolo e aula scolastica: portate di progetto



I valori delle etichette indicano i m³/h.

Aula scolastica per 20 persone

Ufficio singolo



Arch. Valentina Raisa

Criterio 3 - Valutazioni sui livelli di CO₂

Categoria	Concentrazioni di CO ₂ . PPM
I	350
II	500
III	800
IV	<800

I valori della tabella vanno sommati a quello di base pari alla concentrazione della CO₂ nell'aria esterna.



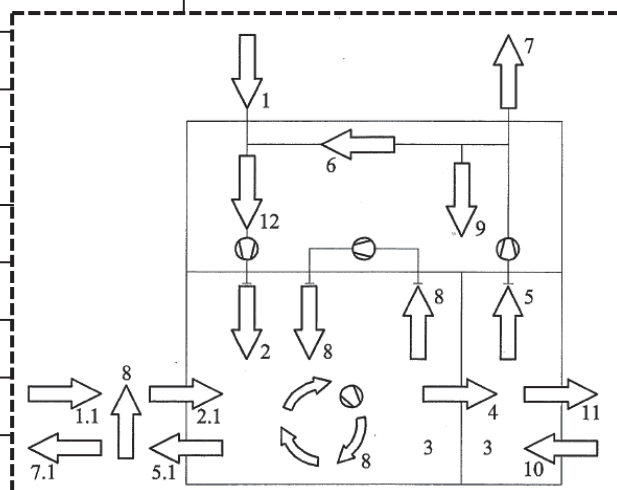
CURIOSITA': quale è livello di CO₂ in una stanza da letto doppia, dopo che due persone hanno dormito 8 ore con la porta chiusa, in assenza di ricambio dell'aria?

Arch. Valentina Raisa

UNI EN 13779 (2008)

Ventilazione degli edifici non residenziali
Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione

N.	Tipo di aria	Abbreviazione
1	Aria esterna	ODA
2	Aria di apporto	SUP
3	Aria interna	IDA
4	Aria trasferita	TRA
5	Aria estratta	ETA
6	Aria di ricircolo	RCA
7	Aria espulsa	EHA
8	Aria secondaria	SEC
9	Perdita	LEA
10	Infiltrazione	INF
11	Esfiltrazione	EXF
12	Aria miscelata	MIA



Arch. Valentina Raisa

Classificazione di base della qualità dell'aria interna (IDA)

Categoria	Descrizione
IDA 1	Alta qualità dell'aria interna
IDA 2	Media qualità dell'aria interna
IDA 3	Modesta qualità dell'aria interna
IDA 4	Bassa qualità dell'aria interna

Prospetto 5

Prospetto A.5

Classi dei filtri minime raccomandate per sezione filtrante (definizione delle classi dei filtri secondo la EN 779)

Qualità dell'aria esterna (vedere punto 6.2.3)	Qualità dell'aria interna (vedere punto 6.2.5)			
	IDA 1 (alta)	IDA 2 (media)	IDA 3 (moderata)	IDA 4 (bassa)
ODA 1 (aria pura)	F9	F8	F7	F5
ODA 2 (polveri)	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3 (concentrazioni molto elevate di polveri o gas)	F7+GF+F9 ^{a)}	F7+GF+F9 ^{a)}	F5+F7	F5+F6

a) GF = Filtri per gas (filtro a carboni) e/o filtri chimici.

Arch. Valentina Raisa

Classificazione della potenza specifica del ventilatore

Categoria	P_{SFP} in (W/(m ³ /s))
SFP 1	<500
SFP 2	500 - 750
SFP 3	750 - 1 250
SFP 4	1 250 - 2 000
SFP 5	2 000 - 3 000
SFP 6	3 000 - 4 500
SFP 7	>4 500

N.B.
 Concetto molto
 importante
 ripreso da:

Prospetto 9

- Direttiva **Ecodesign**
- Normative di prodotto per i test sui ventilatori e successiva marcatura CE
- prEN 16798-3/4
- Decreti per la certificazione energetica degli edifici.

Arch. Valentina Raisa

prEN 16798-3 - Classificazione degli impianti ad aria nell'edilizia terziaria (fonte: Rehva Journal, gennaio 2015)

Table 2. Types of Ventilation-, Air-conditioning-, and Room Conditioning-Systems based on functions.

System	Supply Air Fan	Exhaust Air Fan	Secondary Fan	Heat Recovery	Waste heat pump	Filtration	Heating	Cooling	Humidification	Dehumidification
Unidirectional supply air ventilation system (Positive pressure ventilation)	x	-	-	-		o	o	-	-	-
Unidirectional exhaust air system	-	x	-		o	-	-	-	-	-
Bidirectional ventilation system	x	x	-	x	o	x	o	-	-	-
Bidirectional ventilation system with humidification	x	x		x	o	x	o	-	x	-
Bidirectional air-conditioning system	x	x		x	o	x	o	(x)	o	(x)
Full air-conditioning system	x	x		x	o	x	x	x	x	x
Room air conditioning system (Fan-Coil, DX-Split-Systems, VRF, local water loop heat pumps, etc.)	-	-	x	-	-	o	o	x	-	(x)
Room air heating systems	-	-	x	-	-	o	x	-	-	-
Room conditioning system	-	-	-	-	-	-	o	x	-	-

x equipped with

(x) equipped with, but function might be limited

- not equipped with

o may or may not equipped with

prEN 16798-3 – Tipologie dei sistemi di ventilazione

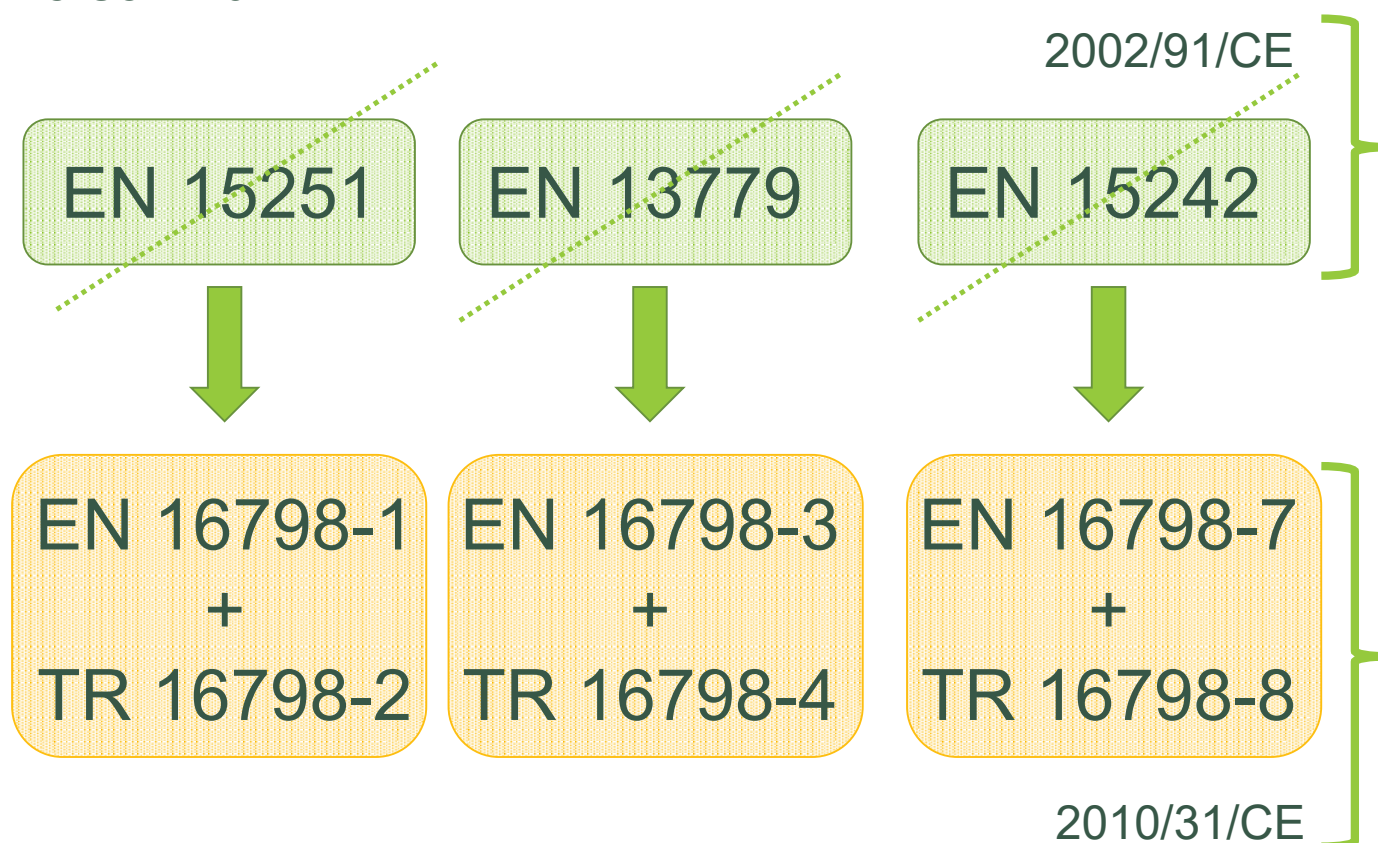
Description	Name of the system type
Ventilation system with a fan assisted air volume flow in only one direction (either supply or exhaust) which is balanced by air transfer devices in the building envelope.	Unidirectional ventilation system
Ventilation system with a fan assisted air volume flow in both direction (supply and exhaust)	Bidirectional ventilation system
Ventilation relying on utilisation of natural driving forces ⁴⁾	Natural ventilation system
Ventilation relying to both natural and mechanical ventilation in the same part of a building, subject to control selecting the ventilation principle appropriate for the given situation (either natural or mechanical driving forces or a combination thereof).	Hybrid ventilation



Nota: le nuove nomenclature dei sistemi di ventilazione sono state definite dalla **Direttiva Ecodesign, ErP** e dai pertinenti regolamenti di applicazione

Arch. Valentina Raisa³³

Verso il 2017



Arch. Valentina Raisa

Argomento 3

Calcolo degli scambi termici per ventilazione. Paragrafo 5.2 della UNI TS 11300-1 (2008).

Formula (4)

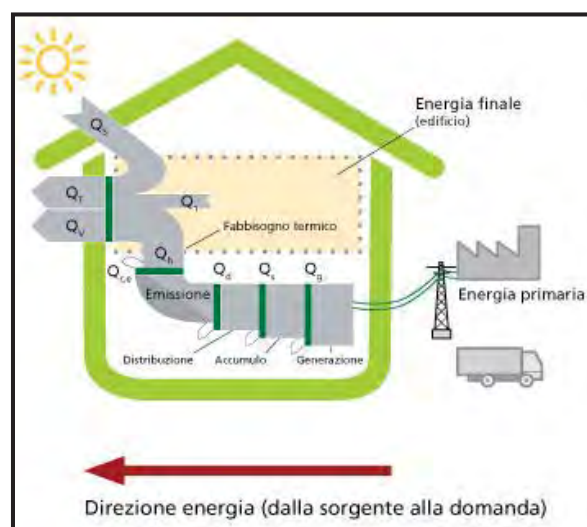
$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

35
Arch. Valentina Raisa

36/88

Lo scambio termico per ventilazione nel caso del riscaldamento

$$Q_V = \sum [H_{vk} (T_i - T_s)] \cdot t$$



dove:

Q_V energia dispersa dovuta alla ventilazione [MJ]

H_{vk} coefficiente di dispersione termica per ventilazione dell'edificio [W/K]

T_i temperatura di progetto [°C]

T_s temperatura d'immissione del flusso d'aria entrante nell'edificio per ventilazione o per infiltrazione [°C]

t durata del periodo di riscaldamento [s]

36
Arch. Valentina Raisa

Calcolo semplificato del fabbisogno con riferimento ai GG

$$Q_V = H_{Vk} \cdot GG$$

$$H_v = c_a \cdot \rho_a \cdot \dot{V}$$

$$c_a \rho_a = 1200 \left[\frac{J}{m^3 \cdot K} \right]$$

$$Q_V = 1200 \frac{J}{m^3 K} \cdot \text{ventilazione} \frac{m^3}{h} \cdot KG$$

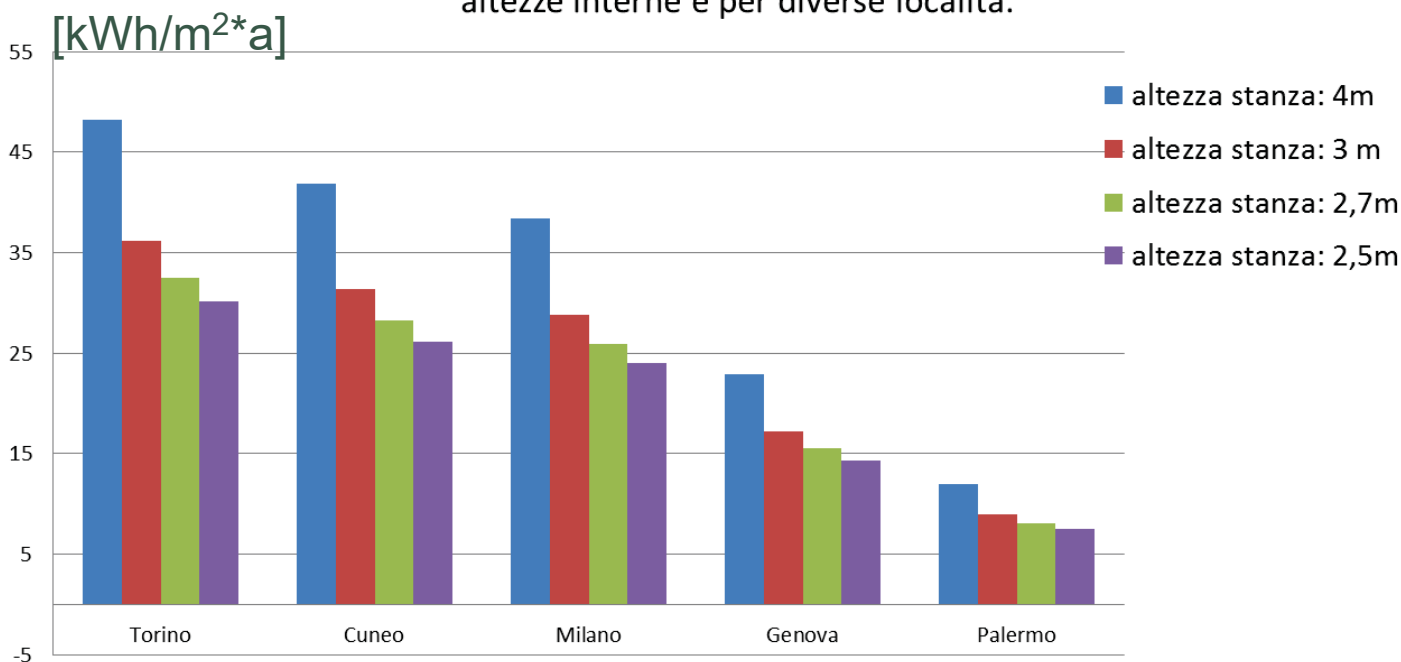
$$Q_V = \frac{1200}{3600000} \frac{kWh}{m^3 K} \cdot \text{ventilazione} \frac{m^3}{h} \cdot KG 24 \frac{h}{G}$$

$$Q_V = \frac{1,2}{3600} kWh \cdot \text{ventilazione} \cdot 24$$

Ventilazione = valore numerico della portata d'aria calcolata in m³/h

Arch. Valentina Raisa

Fabbisogno per ventilazione stagionale, al metro quadrato, per diverse altezze interne e per diverse località.



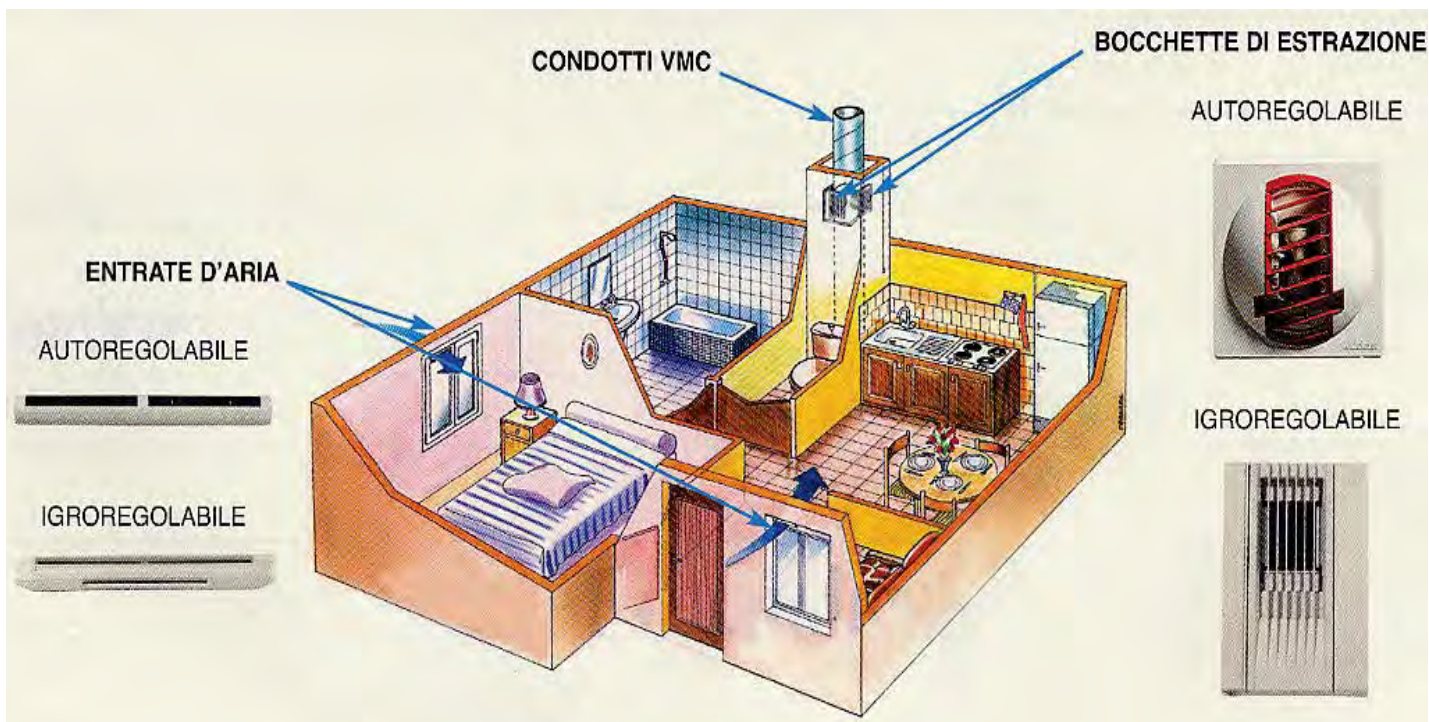
In questo calcolo: «n» = 0,5 h⁻¹

Arch. Valentina Raisa

Sistemi a portata costante VS Sistemi a portata variabile

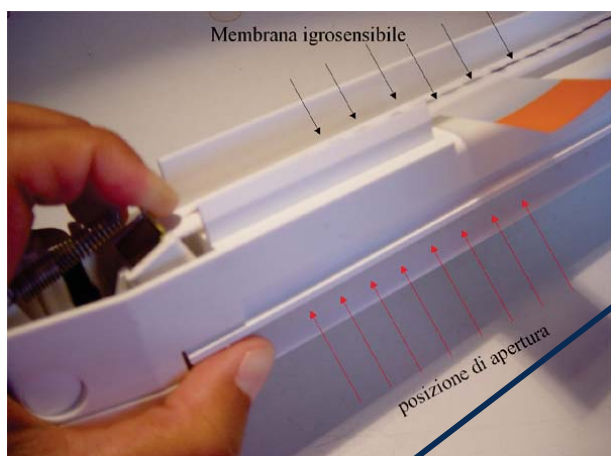
$$n = 0,5 \text{ h}^{-1}$$

$$n = 0,3 \text{ h}^{-1}$$



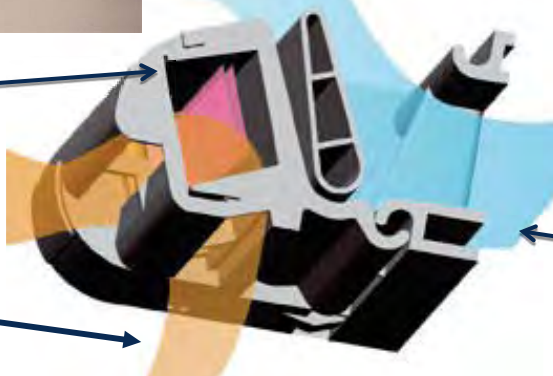
Arch. Valentina Raisa

Conformazione dei dispositivi di ingresso dell'aria



Sensore di
meccanico di U.R.

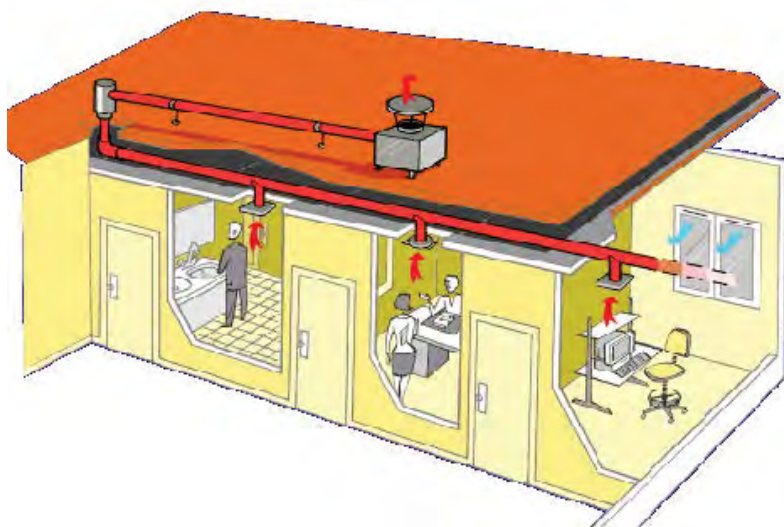
Aria
interna



Aria esterna

Arch. Valentina Raisa

Ventilazione a semplice estrazione nel piccolo terziario



Schema di impianto a semplice estrazione per un piccolo edificio adibito ad uffici.

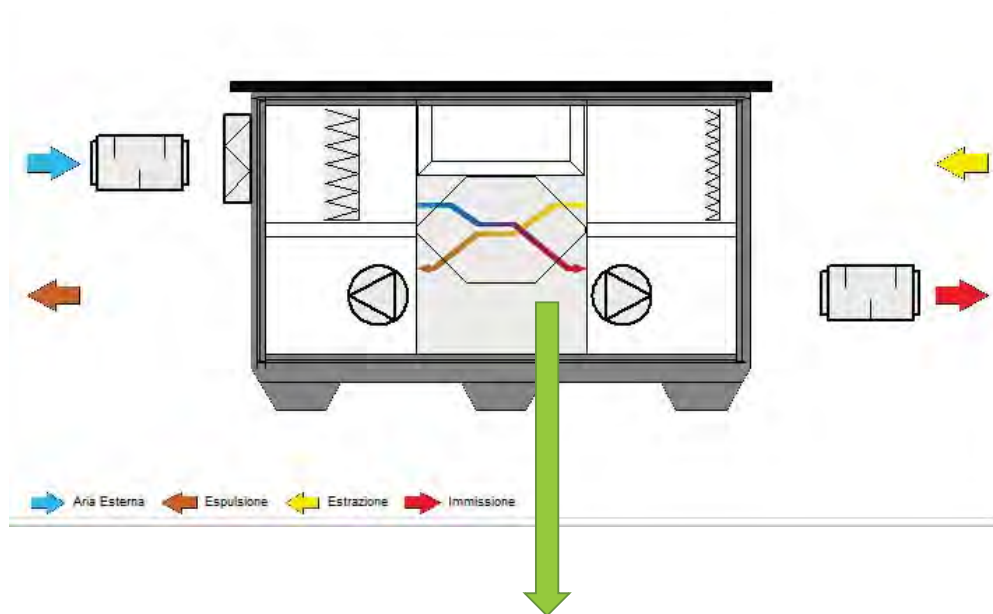
Dispositivo di ingresso aria nella sala riunioni.



Foto scattata presso la sede CETIAT a Lione.

Arch. Valentina Raisa⁴¹

Sistemi a doppio flusso con recupero di calore

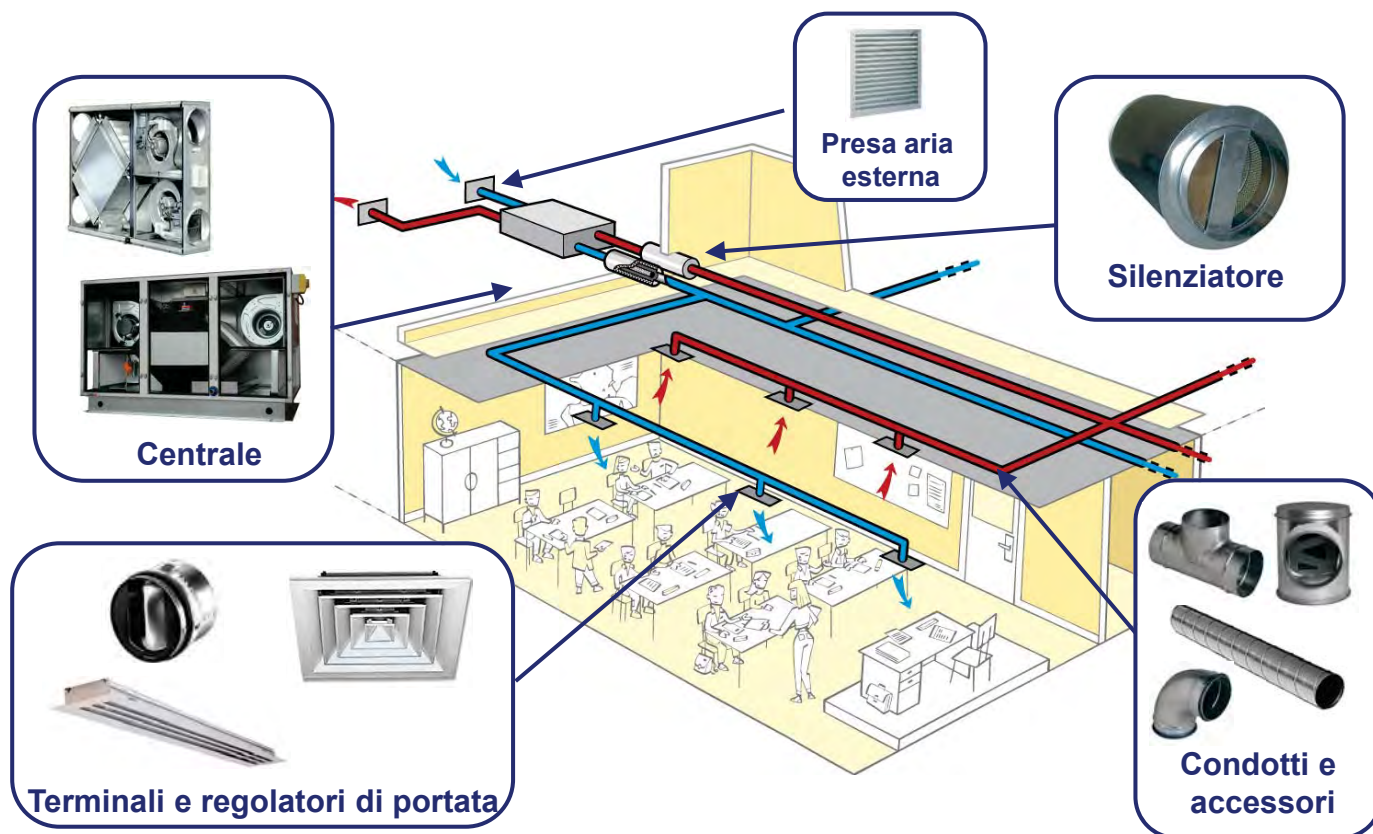


Qual è l'efficienza dello scambiatore di calore, η ?

DATO DA TEST REPORT (non da catalogo commerciale)!!!

Arch. Valentina Raisa

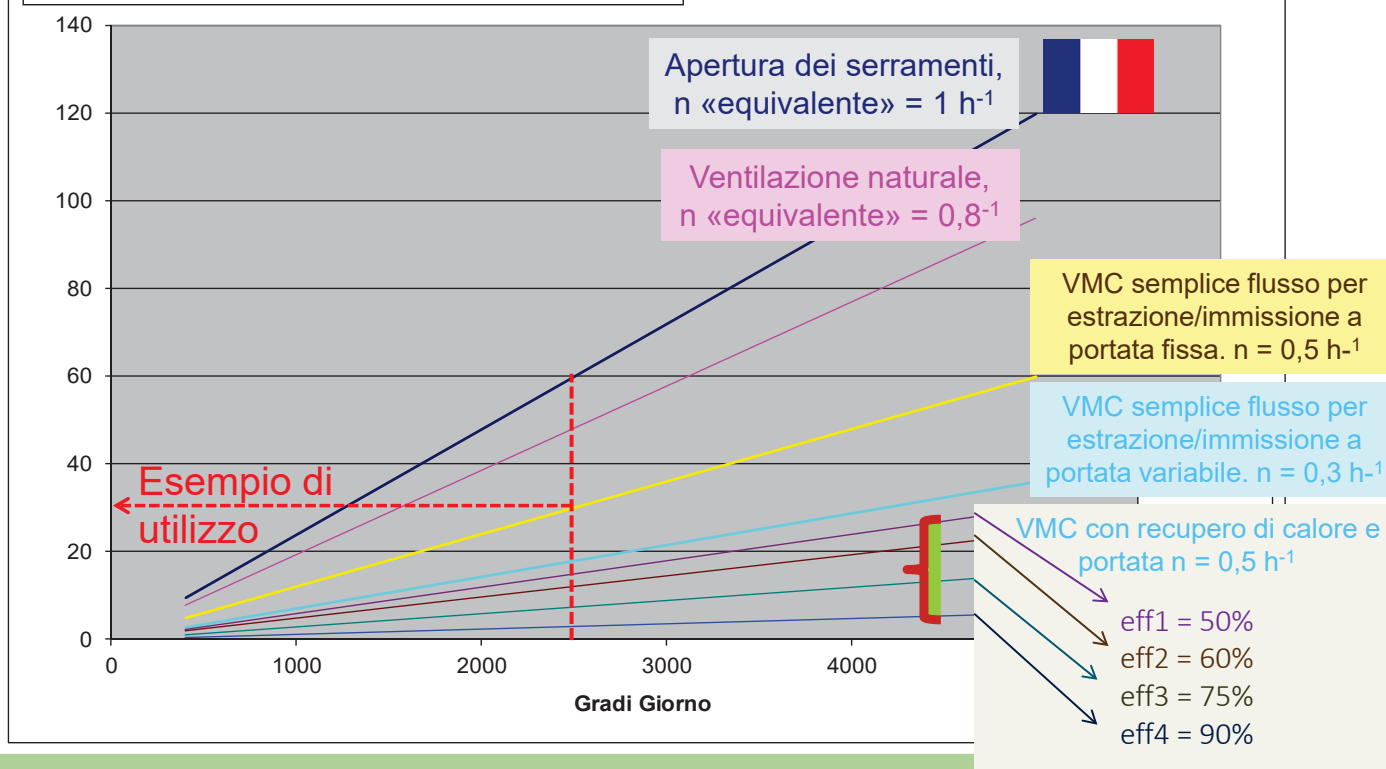
Ventilazione a doppio flusso nel piccolo terziario



Arch. Valentina Raisa

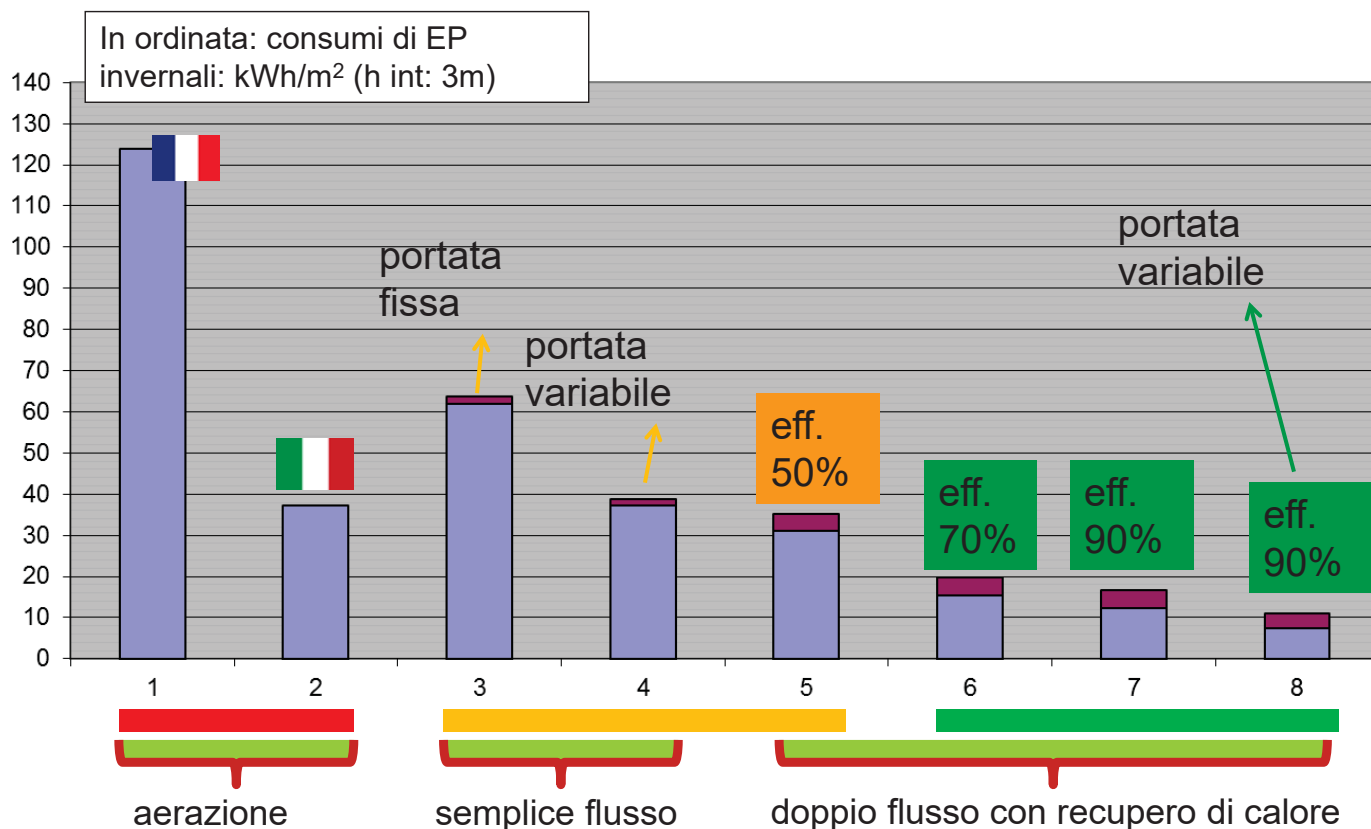
Dispersioni per ventilazione secondo GG e «n»

In ordinata: consumi di EP kWh/m² stagionale (180 giorni) con h interna di 3 m.



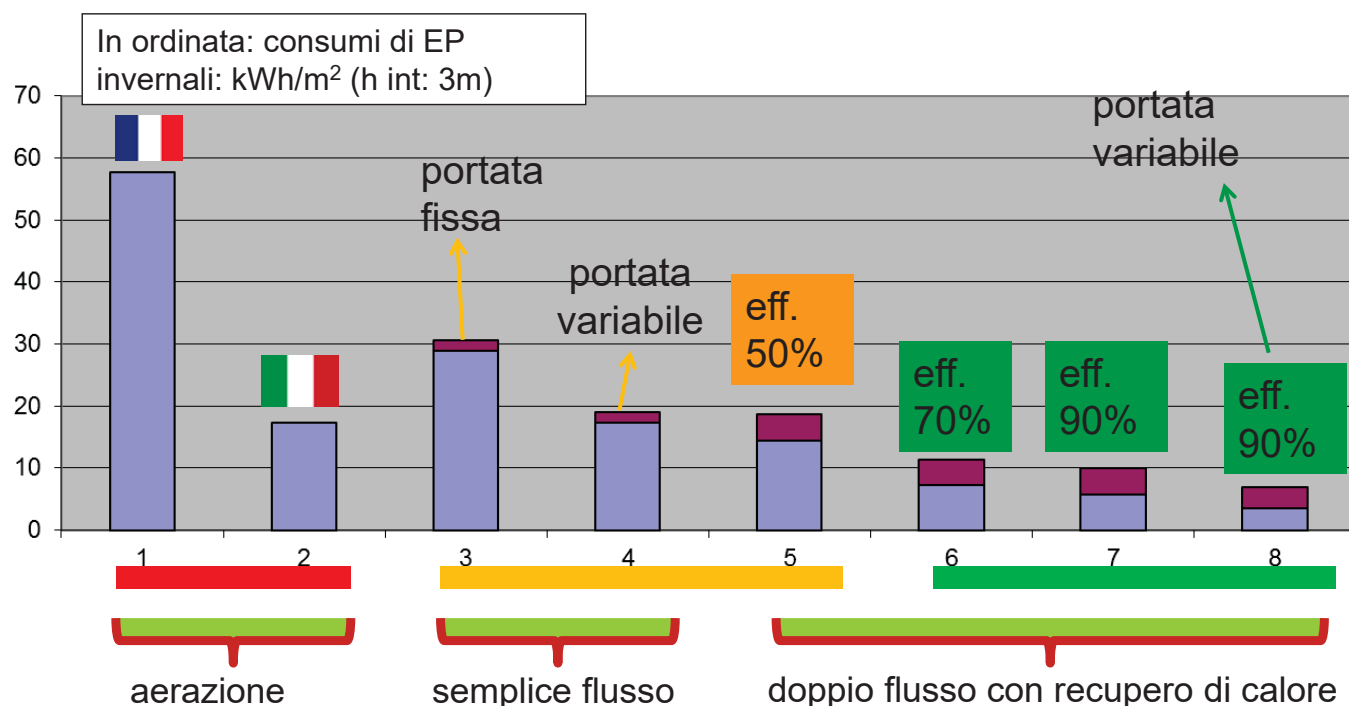
Arch. Valentina Raisa

Fabbisogni a confronto - SESTRIERE 5165 GG



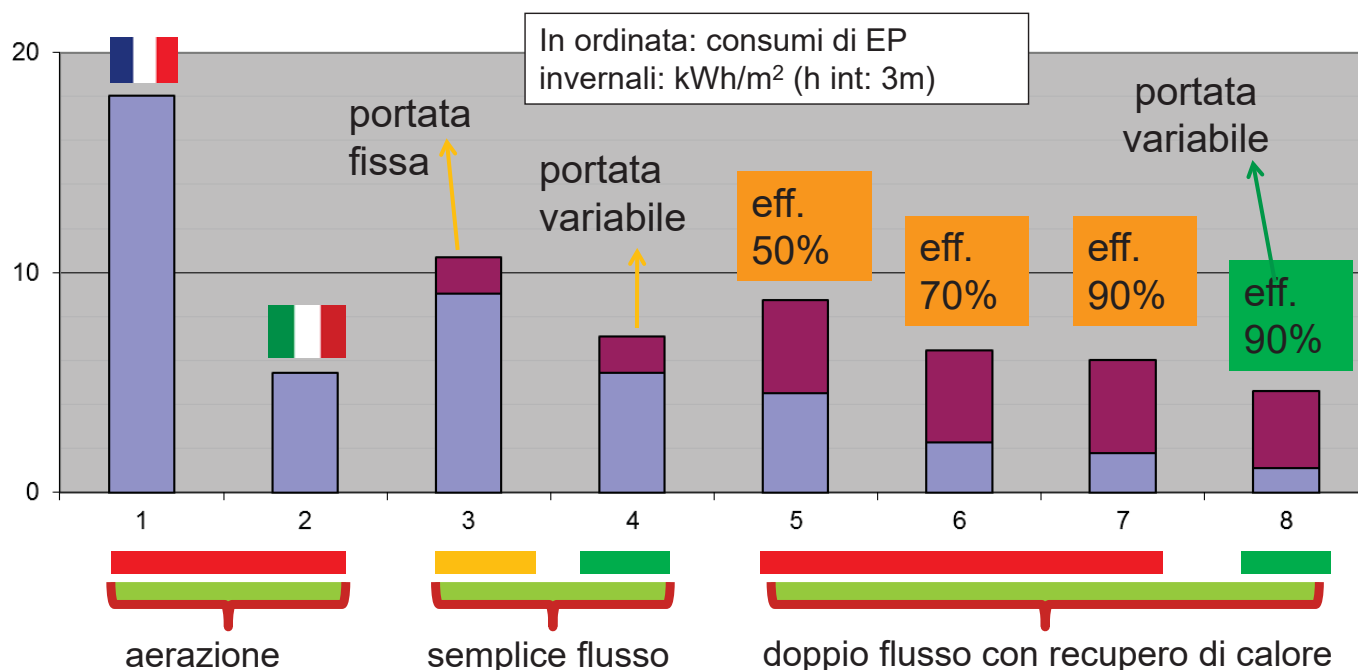
Arch. Valentina Raisa

Fabbisogni a confronto - MODENA 2404 GG



Arch. Valentina Raisa

Fabbisogni a confronto – PALERMO 715 GG



Arch. Valentina Raisa

La conoscenza dei metodi di calcolo delle norme

Certificatore energetico

- **Stima - calcolo semplificato** delle dispersioni per il rinnovo dell'aria negli edifici (VALORI STANDARDIZZATI);
- Utilizzo delle norme della serie UNI TS 11300;
- Conoscenza **di massima** delle tecniche di ventilazione degli edifici

EGE: Esperto in Gestione Energia

- **Analisi accurata** del modello energetico dell'edificio;
- **Approfondita conoscenza** di **TECNOLOGIE** e **NORMATIVE** per ventilazione degli edifici

Arch. Valentina Raisa

Argomento 4

La ventilazione nella UNI TS 11300-1 e 2 del 2014. Una grande complessità. E' giustificata?

Arch. Valentina Raisa

50/88

La ventilazione nella UNI TS 11300-1 (2014)

Tutto il capitolo 12

12	VENTILAZIONE	25
12.1	Determinazione della portata di ventilazione media mensile	26
prospetto 8	Quadro di riferimento per il calcolo delle portate di ventilazione	27
12.2	Portata di ventilazione in condizioni di riferimento	28
12.3	Portata di ventilazione effettiva	28
prospetto 9	Tasso di ricambio d'aria caratteristico medio giornaliero per una differenza tra interno ed esterno di 50 Pa, n_{50} , in funzione della permeabilità dell'involucro	31
prospetto 10	Coefficienti di esposizione al vento e ed f in funzione della schermatura e dell'esposizione dell'edificio nei confronti del vento (da UNI EN ISO 13789)	31
prospetto 11	Fattore di efficienza della regolazione dell'impianto di ventilazione meccanica, FC_{ve} , per destinazione d'uso in funzione della tipologia di sistema di rilevamento e di attuazione del controllo della portata d'aria di ventilazione	31
prospetto 12	Ricambi d'aria medi giornalieri n per ventilazione naturale in funzione della classe di schermatura e della permeabilità all'aria dell'edificio: edifici residenziali multifamiliari e altre destinazioni d'uso	32
prospetto 13	Ricambi d'aria medi giornalieri n per ventilazione naturale in funzione della classe di schermatura e della permeabilità all'aria dell'edificio: edifici residenziali monofamiliari	32
12.4	Ventilazione notturna (free-cooling)	33
12.5	Valutazione adattata all'utenza	34

APPENDICE	E	DATI RELATIVI ALL'UTENZA CONVENZIONALE	61
(normativa)			
prospetto	E.1	Fattore di presenza medio giornaliero nei locali climatizzati, $f_{day,per}$	61
prospetto	E.2	Fattore di correzione per la ventilazione in condizioni di riferimento	61
prospetto	E.3	Apporti medi globali per unità di superficie di pavimento	63
APPENDICE	F	EFFICIENZA DEL SISTEMA DI RECUPERO TERMICO DI VENTILAZIONE	64
(normativa)			
figura	F.1	Schema di un sistema di recupero termico di ventilazione	64
prospetto	F.1	Coppie delle portate massiche per le quali viene definito il rendimento termico	65

Appendici
E e F

Arch. Valentina Raisa

Caratteristiche impiantistiche e di utenza.

Tipo di ventilazione	Caratteristiche dell'impianto di ventilazione	Utenza		
		Standard		Reale
		Ventilazione riferimento	Ventilazione effettiva	
Ventilazione naturale (VN)	Nessun impianto		Punto 12.3.1	
VMC	Ventilazione meccanica o ibrida	Punto 12.2	Punto 12.3.2 (VMC)	Punto 12.5
			Punto 12.3.3 (ventilazione ibrida)	
			Punto 12.3.4	
	VMC attraverso l'impianto di climatizzaz.	Aria primaria in impianto di climatizzazione misto aria-acqua	Sola immissione Immissione ed estrazione	
		Ventilazione attraverso l'impianto di climatizzazione a tutt'aria		

Arch. Valentina Raisa

Informazioni da individuare ai fini del calcolo e della predisposizione dell'A.P.E.

1

L'edificio è dotato di un sistema di ricambio dell'aria meccanico?

Se Sì:

- Individuare la tipologia impiantistica;
- Reperire il progetto (se possibile);
- Fotografare marca e modello della centrale di ventilazione;
- Reperire il test report della centrale;
- Individuare (se possibile) i canali di ventilazione e verificare loro sezione.

PARAGRAFO 12- VENTILAZIONE

Le caratteristiche delle diverse tipologie dei sistemi di ventilazione sono descritte nelle norme **UNI 10339** e **UNI EN 13779** e nel **CEN/TR 14788**. Ulteriori definizioni riguardo alla ventilazione ed all'aerazione sono fornite nella **UNI EN 12792**.



Arch. Valentina Raisa

54/88

Step di calcolo.



Arch. Valentina Raisa

Lo scambio termico per ventilazione in riscaldamento

Calcolo di $H_{ve,adj}$ - coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura tra interno ed esterno. **Equazione 8.**

$$H_{ve,adj} = \rho_a \times c_a \times \left[\sum_k b_{ve,k} \times q_{ve,k,mn} \right]$$

Portata mediata sul tempo del flusso d'aria k-esimo

$\rho_a \times c_a$: Capacità termica volumica dell'aria (1200 J/(m³K))

$b_{ve,k}$: correzione della temperatura esterna (es: preriscaldamento). **SOLO PER Ventilazione Naturale**

Arch. Valentina Raisa

56/88

12.1 Determinazione portata di ventilazione media mensile

Portata di ventilazione media mensile: **Equazione 33.**

Categorie di edifici (da E.2 a E.7)

$$q_{ve,0} = \left(\sum_k n_{per,k} \times q_{ve,o,p,k} + \sum_k A_{t,k} \times q_{ve,o,s,k} \right) \times \frac{0,8}{\varepsilon_{ve,c}} \times (C_1 \times C_2)$$

$n_{per,k}$: numero di persone

$q_{ve,o,p,k}$: portata per persona

$A_{t,k}$: superficie

$q_{ve,o,s,k}$: portata per unità di superficie

$\frac{0,8}{\varepsilon_{ve,c}}$: efficienza convenzionale di ventilazione

Arch. Valentina Raisa

Che origini ha questa formula?

DATI DI COPERTINA E PREMESSA DEL PROGETTO

E0205A037

Impianti aeraulici per la climatizzazione

Classificazione, prescrizioni e requisiti prestazionali per la progettazione e la fornitura

pr UNI 10339 rev!!
(in lavorazione dal
1999)

8.2 METODO PRESCRITTO PER L'OTTENIMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA

La portata di aria esterna nominale ($Q_{v,o,n}$) da immettere in ambiente deve essere calcolata in base alla seguente formula:

$$Q_{v,o,n} = n \cdot q_{v,o,p} + A \cdot q_{v,o,s} \quad [3]$$

$$Q_{v,o} = Q_{v,o,n} \cdot \left(\frac{\varepsilon_{v,n}}{\varepsilon_{v,c}} \right) \cdot C_1 \cdot C_2 \quad [5]$$

Arch. Valentina Raisa

58/88

Dove si possono trovare i dati dell'efficienza di ventilazione dei vari impianti (Edilizia terziaria)?

Nella attuale UNI EN 13779 e nella futura prEN 16798-3.

Valori tipici per l'efficienza di ventilazione

Diffusione dell'aria	Getto freddo $\Delta\theta < 0K$		Getto caldo		
	Velocità effettiva	Efficienza di ventilazione	$\Delta\theta$ (Apporto interno)	Soffitto basso	Soffitto alto
Getto con miscelazione orizzontale	>1,5 m/s	0,9 - 1,1	<10 °C	0,8 - 1	Nessun consiglio
	<0,5 m/s	0,7 - 0,9	>15 o 20 °C	0,4 - 0,8	Nessun consiglio
Getto con miscelazione verticale	Tutti diffusori	0,9 - 1,1	<10 °C	0,6 - 0,8	0,8 - 1 ^{a)}
			>15 °C	0,4 - 0,8	
Ventilazione a dislocamento		1,0 - 2		0,2 - 0,7	Nessun consiglio

a) Applicando questo valore si intende che i diffusori utilizzati sono a geometria potenziata o movimento circolare. Se sono utilizzati diffusori con una geometria fissa, si restringe il campo al solo riscaldamento (non raffreddamento) e deve essere tenuta in considerazione $\Delta\theta$ in un'appropriata e attenta selezione $\Delta\theta$.

+ risultati di simulazioni tramite CFD.

Arch. Valentina Raisa

Alternativa all'equazione 33.

Portata di ventilazione media mensile: **Equazione 34.**

Categorie di edifici (E.1 ed E.8)

$$q_{ve,o} = n \times \frac{V}{3600}$$

volume netto
della zona
considerata

tasso di ricambio d'aria (h⁻¹)

portata minima di progetto di aria esterna

Arch. Valentina Raisa

60/88

Da $q_{ve,0}$ alla portata mediata sul tempo

Equazione 35.

$$q_{ve,k,mn} = \left(\overline{q_{ve,0}} + \overline{q'_{ve,x}} \right)_k \times (1 - \beta_k) + \left(q_{ve,f} \times b_{ve} \times FC_{ve} + \overline{q_{ve,x}} \right)_k \times \beta_k$$

NO VMC
VMC

VN
PORTATA DI PROGETTO
REGOLAZIONE
EVENTUALI INFILTRAZIONI

EVENTUALI INFILTRAZIONI
RECUPERO DI CALORE
EVENTUALI INFILTRAZIONI

Termina il paragrafo 12.1 e si passa allo step successivo.

Arch. Valentina Raisa

12.2 – Portata di ventilazione di **riferimento** (CASO sola aerazione)

Equazione 36.

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,0,k} \times f_{ve,t,k}$$

fattore di correzione

da prospetto E.2

Vedi slide precedente

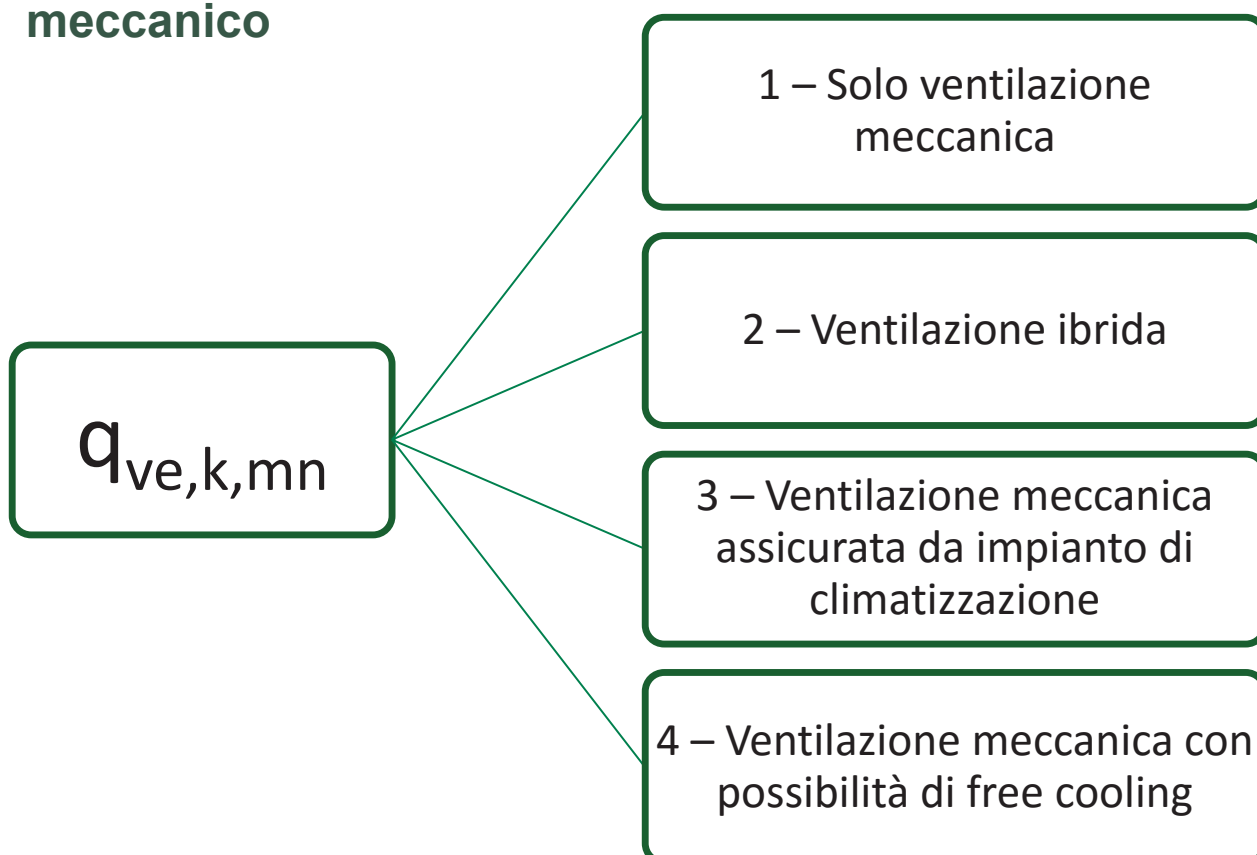
Ad esempio per l'edilizia residenziale il fattore è 0,6.

portata minima di progetto di aria esterna, in m³/s.

NB: per l'edilizia residenziale (categoria E.1) e per l'edilizia industriale ed artigianale (categoria E.8) $q_{ve,0}$ si calcola secondo l'equazione 34, con:
 $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$.

Arch. Valentina Raisa

Casi di calcolo della portata **effettiva** con il ricambio d'aria meccanico



Arch. Valentina Raisa

12.3.2 – Portata di ventilazione di **effettiva** (CASO sola VMC)

Equazione 37

$$q_{ve,k,mn} = \overline{(q'_{ve,x})_k} \times (1 - \beta_k) + (q_{ve,f} \times b_{ve} \times FC_{ve} + \overline{q_{ve,x}})_k \times \beta_k$$

$\overline{(q'_{ve,x})_k}$ (green box) → portata addizionale quando la VMC è spenta.
 $\overline{q_{ve,x}}$ (blue box) → $\frac{q'_{ve,x}}{1 + \left(\frac{f}{e}\right) \left[\frac{q_{ve,sup} - q_{ve,ext}}{V \times n_{50}/3600}\right]}$ (blue box) → da prospetto 10
 $\left(\frac{\theta_{int,set} - \theta_{sup}}{\theta_{int,set} - \theta_e}\right)$ (blue box) → Appendice F
 $\max[q_{ve,des}; q_{v,0}]$ (blue box) → Eq. 33 o 34
 $\frac{V \times n_{50} \times e}{3600}$ (blue box) → da prospetto 9, da prospetto 10

da prospetto 11 (orange box)
 da prospetto E.1 (orange box)

Arch. Valentina Raisa

$F_{day,per}$ – Fattore di presenza medio giornaliero locali climatizzati

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	prospetto E.1	$F_{day,per}$
E.1	Abitazioni		24/24
E.1	Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi		24/24
E.1	Edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari		8/24
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili		8/24
E.3	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche...		24/24
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative...		8/24
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali...		8/24
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive		8/24
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche...		8/24
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali...		8/24

Arch. Valentina Raisa

PROSPETTO 9 (quando VMC è spenta)

Prospetto 9 - Tasso di ricambio d'aria caratteristico medio giornaliero per una differenza tra interno ed esterno di 50 Pa, n_{50} , in funzione della permeabilità dell'involucro

Permeabilità dell'involucro a)	Tasso di ricambio d'aria a 50 Pa, n_{50} , (h^{-1})		a) In assenza di informazioni sulla permeabilità dei serramenti in riferimento alla normativa tecnica vigente (UNI EN 12207) si assume «permeabilità media».
	Edificio residenziale multifamiliare o altra destinazione d'uso	Edificio residenziale monofamiliare	
bassa	1	3	
media	4	7	
alta	8	1,4	

Arch. Valentina Raisa

PROSPETTO 10 (quando VMC è spenta)

Prospetto 10 – Coefficienti esposizione al vento e ed f in funzione di schermatura ed esposizione al vento (da UNI EN ISO 13789)

Coeff.	Schermatura		Esposizione	
	Classe	Descrizione	Più di una facciata esposta	Una facciata esposta
e	Nessuna Schermatura	Edifici in aperta campagna, grattacieli nel centro città	0,10	0,03
	Media Schermatura	Edifici in campagna con alberi o con altri edifici nelle vicinanze, periferie	0,07	0,02
	Fortemente schermato	Edifici di media altezza nei centri cittadini, edifici in mezzo a foreste	0,04	0,01
f	Tutte le classi di schermatura	Tutti gli edifici	15	20

Arch. Valentina Raisa

$$\max[q_{ve,des}; q_{ve,0}]$$

$q_{ve,des}$ = portata di esercizio dell'impianto VCM in condizioni di progetto;
 $q_{ve,0}$ = portata minima di progetto (secondo equazione 33 o 34);

Qualche riga dopo $q_{ve,des}$ = portata di progetto. Essa coincide con:

$q_{ve,ext}$, se l'impianto è a semplice flusso per estrazione;

$q_{ve,sup}$, se l'impianto è a semplice flusso per immissione;

$\max[q_{ve,sup}; q_{ve,ext}]$, se l'impianto è a doppio flusso

NOTA: nel caso di valutazione adattata all'utenza, la portata di progetto della VMC, $q_{ve,des}$, coincide con il valore effettivo misurato in condizioni nominali di esercizio.

$b_{ve,k}$

b_{ve} è un fattore di correzione che tiene conto di un eventuale trattamento dell'aria in ingresso.

$$b_{ve,k} =$$

1 per sistemi a flusso semplice (in immissione o estrazione) [POI...LESSICO ESTREMAMENTE SCORRETTO A PAGINA 30 DELLA NORMA]

$$= \left(\frac{\theta_{int,set} - \theta_{sup}}{\theta_{int,set} - \theta_e} \right)$$

Si tratta di un rapporto di temperature (vedi η nella trattazione della UNI TS 11300-1:2008)

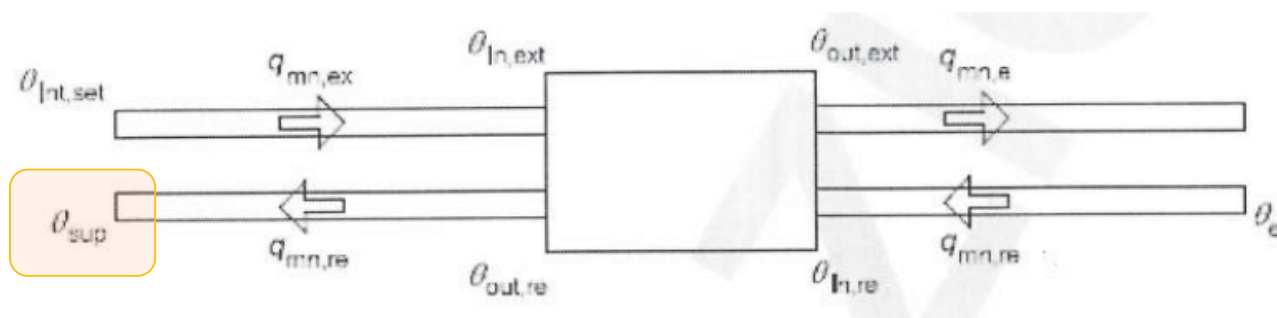
Secondo il testo di norma: «L'efficienza del sistema di recupero è diversa da quella nominale del recuperatore in quanto tiene conto:

- delle perdite del sistema di distribuzione;
- dell'efficienza effettua del recuperatore in funzione delle portate d'aria medie giornaliere circolanti nei due rami.»

APPENDICE F. - normativa

$b_{ve,k}$

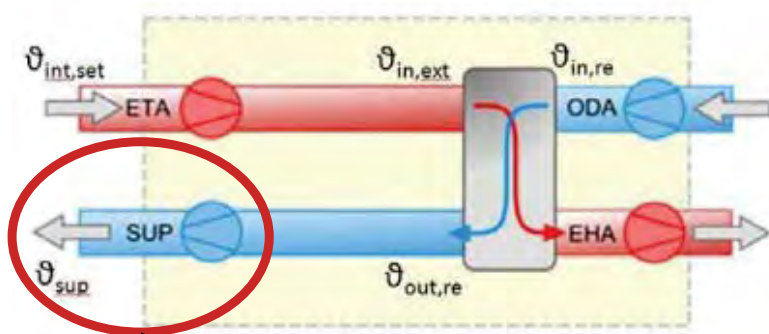
$$= \left(\frac{\theta_{int,set} - \theta_{sup}}{\theta_{int,set} - \theta_e} \right)$$



Arch. Valentina Raisa⁶⁹

70/88

NOTA: in assenza di dati sull'efficienza termica del recuperatore...[...] si assume come rendimento termico effettivo quello alla portata nominale ridotto di dieci punti percentuali.



Per calcolare la temperatura di uscita dell'aria dopo il passaggio attraverso il recuperatore di calore, devo conoscere l'efficienza di recupero, cioè $\eta_{hru,eff}$ che dipende dalla portata d'aria circolante.

Secondo la UNI TS 11300-1, se le portate non sono bilanciate, occorre valutare l'efficienza termica del recuperatore secondo il prospetto F.1, tratto dalla **UNI EN 308**.

DISCUSSIONE IN AULA!

Arch. Valentina Raisa

Dallo schema, alla tecnologia.

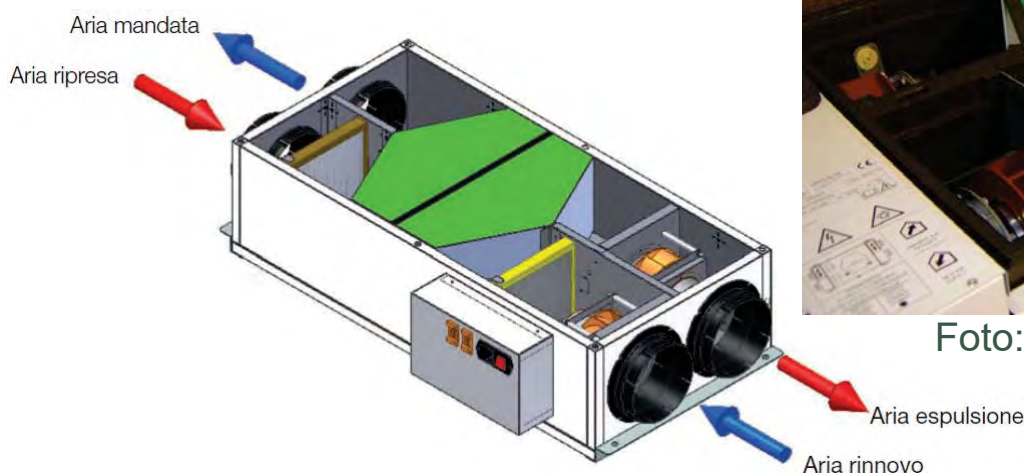
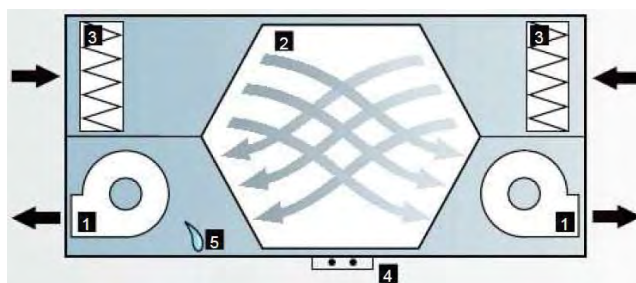


Foto: Klimahouse 2015



Ambiente esterno



- 1 - Ventilatore
- 2 - Scambiatore di calore
- 3 - Filtro
- 4 - Collegamento elettrico
- 5 - Scarico condensa

Arch. Valentina Raisa

Prospetto F.1 - Coppie delle portate massiche per le quali viene definito il rendimento termico.

Lato	Valore relativo della portata rispetto al valore nominale						
	Portate bilanciate			Portate sbilanciate			
Imm.	$\rho_a \times q_n$	$0,67 \rho_a \times q_n$	$1,5 \rho_a \times q_n$	$0,67 \rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	$1,5 \rho_a \times q_n$
Espuls.	$\rho_a \times q_n$	$0,67 \rho_a \times q_n$	$1,5 \rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$	$0,67 \rho_a \times q_n$	$1,5 \rho_a \times q_n$	$\rho_a \times q_n$

Pagina 64: La UNI EN 308 prevede che siano misurati i rendimenti termici per le sette condizioni di funzionamento riportate in F.1. **A NOI IMPORTA? NO!!**

Poiché l'efficienza di recupero delle centrali di ventilazione (con recuperatore!!) sono testate nel loro complesso, **TENENDO CONTO DI EVENTUALI PERDITE E DEL BILANCIAMENTO/SBILANCIAMENTO** e non ha senso andare a reperire il certificato del singolo componente!!

Arch. Valentina Raisa

Gli strumenti di calcolo messi a disposizione dalle aziende



73
Arch. Valentina Raisa

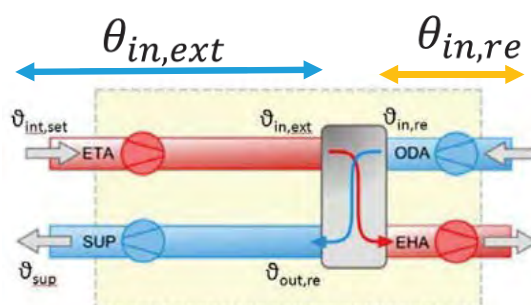
Calcolo di

$$\theta_{sup} = \theta_{out,re} + \Delta\theta_{out,re}^{sup}$$

$$\theta_{out,re} = \theta_{in,re} + \eta_{hru,eff} \times (\theta_{in,ext} - \theta_{in,re})$$

Praticamente la temperatura esterna

Efficienza di recupero dello scambiatore



$$\theta_{in,ext} = \theta_{in,set} + \Delta\theta_{int,set}^{in,ext}$$

Temperatura interna

Temperatura interna – perdite di calore per giungere allo scambiatore

Arch. Valentina Raisa

Informazioni da individuare ai fini del calcolo e della predisposizione dell'A.P.E.

2

Se ho una centrale di ventilazione con recuperatore di calore cosa devo fare?

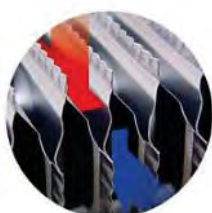
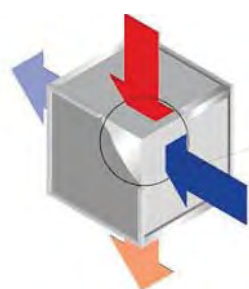
Recuperare i seguenti dati:

- Efficienza di recupero η della centrale di ventilazione, tratta dai certificati ufficiali dei test secondo la normativa di settore;
- Dati di progetto per recuperare: lunghezza dei canali e tipologia dei canali (ai fini del calcolo di eventuali perdite di calore attraverso le condotte).
- Portate di progetto (la quantità d'aria in immissione ed espulsione non è sempre bilanciata).

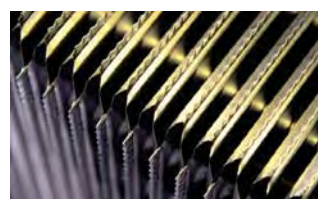
Arch. Valentina Raisa⁷⁵

76/88

Aerazione e ventilazione naturale non possono contare sul RECUPERO DI CALORE



Materiale
plastico



Alluminio

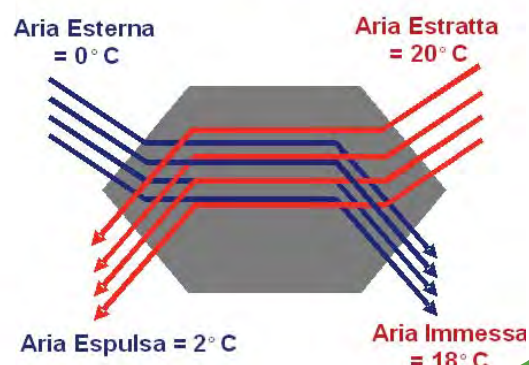
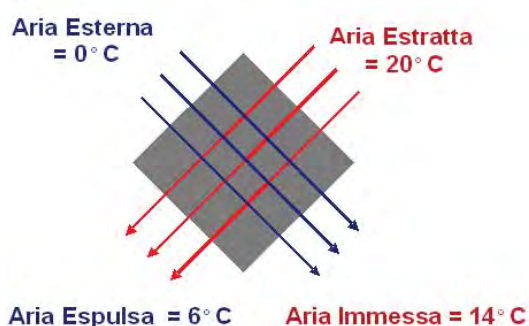


Carta speciale

Flussi incrociati

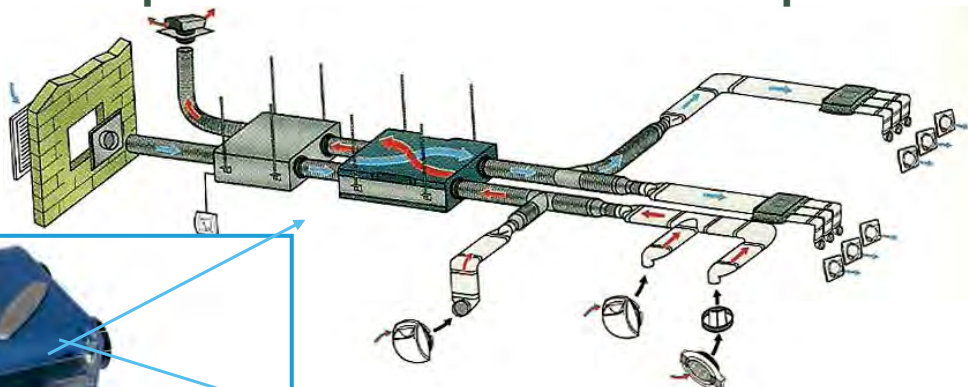
Flussi in controcorrente

Efficienze attorno al...? Riflessione in aula sui valori dichiarati



Arch. Valentina Raisa⁷⁶

Schema di VMC con recupero di calore: centralizzato per alloggio.



Ingombri :

- Lunghezza : 790 mm
- Larghezza : 570 mm
- Altezza : 270 mm

Collegamento aerulico :

- 4 attacchi Ø 160 mm

Accessori compresi :

- Filtri : filtrazione opacimetrica F5
- Flessibile di evacuazione della condensa
- Bordo con squadra di fissaggio (fissaggio con barra filettata)

Installazione :

- Possibilità di invertire lo scambiatore se le reti tubiere sono invertite (immissione a destra anziché a sinistra).
- Installazione orizzontale a pavimento o a soffitto. Prevista pendenza per lo scarico della condensa integrata.

Accessorio by-pass :

- Possibilità di integrare l'accessorio by-pass prevedendo in fase di costruzione della centrale un rialzo di 115 mm. Accessorio non immediatamente disponibile.

Materiale :

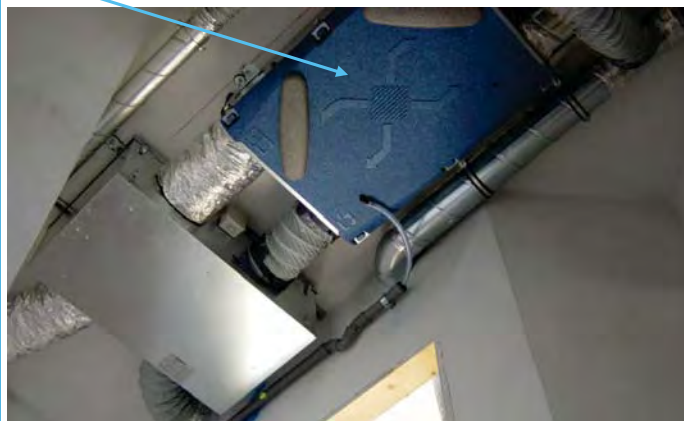
- Polipropilene espanso.

Resa termica :

- Tabella allegato 1.

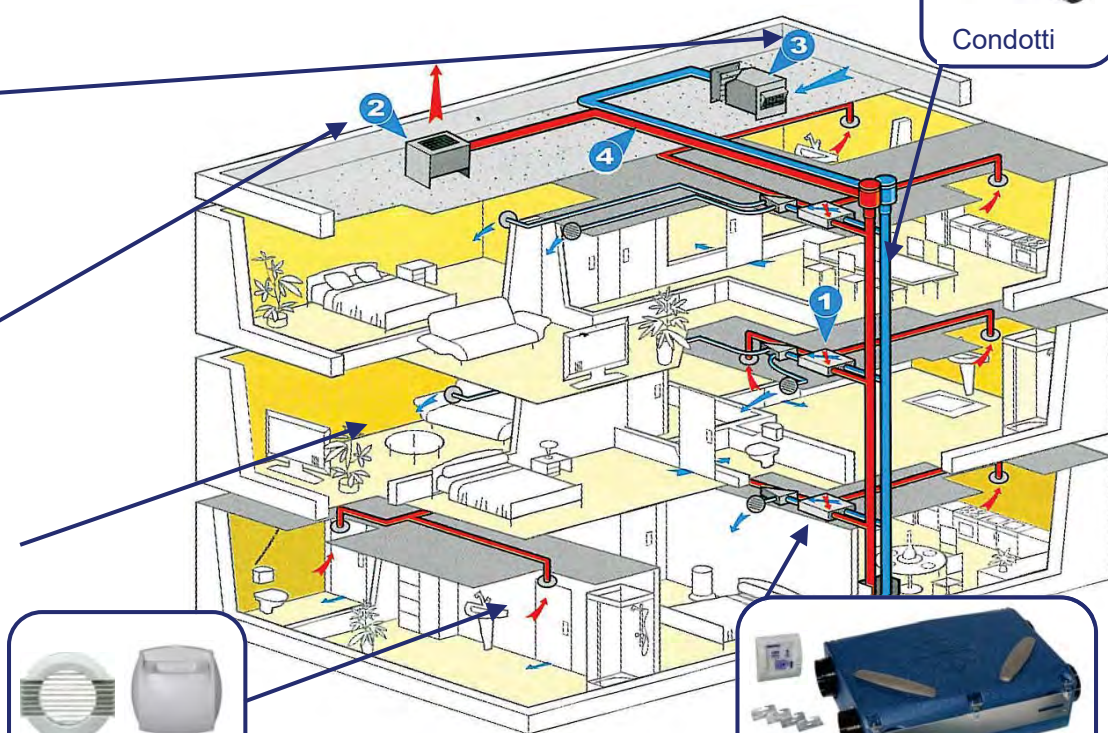
Installazione :

- Installazione a controsoffitto o in vano tecnico.
- Gli accessori per le reti di immissione ed estrazione sono comuni a quelle del sistema Temperature (plenum di ripartizione, bocchette, RMA...)
- Le portate saranno conformi alla normativa vigente.
- Prevedere una resistenza elettrica per lo sbrinamento.



Arch. Valentina Raisa

Schema di VMC con recupero di calore: semi-centralizzato per intero condominio.



Arch. Valentina Raisa

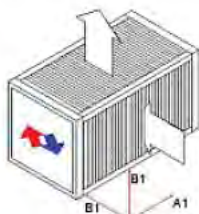
Schema di VMC con recupero di calore: centralizzato per singolo ambiente. Visto a Casa Clima 2016



79
Arch. Valentina Raisa

Errore della UNI TS 11300-1: chiedere il certificato di prova sul recuperatore di calore per correggerne l'efficienza.

Caratteristiche		Temperatura di esercizio -30°C +90°C	
Pacco scambiatore in lamiera di alluminio		Pressione differenziale massima 1500 Pa	
Telaio in alluminio			
Sigillatura supplementare del pacco scambiatore			
Prestazioni		Inverno	
		Umido	Secco
Rendimento	%	69.6	61.8
Rapporto di Temperatura (Norme EN 308)	%	55.7	49.4
Recupero	kW	23.3	
		Rinnovo	Espulsione
Portata Std (1.2 kg/m³)	m³/h	5000	4000
Portata aria in peso	kg/h	6000	4800
Temperatura entrata	°C	-5.0	20.0
Umidità relativa entrata	%	80.0	50.0
Temperatura uscita	°C	8.9	6.4
Umidità relativa uscita	%	28.2	96.8
Perdita di carico	Pa	108	75
Velocità frontale	m/s	2.32	1.85
Condensazione	l/h		7.2
Dimensioni e pesi		Modo di calcolo	
Altezza (B1)	mm: 700	- Singolo	
Lunghezza (A1)	mm: 1000	Calcolo di un recuperatore singolo.	
Profondità (B1)	mm: 700		
Diagonale	mm: 990		
Lunghezza Alettata	mm: 960		
Peso	kg: 49		



Pressione Atmosferica mbar 10

Infatti tutte le centrali di ventilazione sono già munite di certificato ufficiale di prova che fornisce l'efficienza di recupero di calore non solo **GIA' CORRETTA**, ma testata su **PORTATE BILANCIATE**.

Arch. Valentina Raisa

Rapporto di temperatura VS efficienza di recupero termico

**NB: IN REALTA' E' UN RAPPORTO!
(«RATIO» nella vers. Inglese)**

Efficienza termica UNI EN 308

$$\eta_T = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

Efficienza igrometrica UNI EN 308

$$\eta_X = \frac{X_{22} - X_{21}}{X_{11} - X_{21}}$$

Efficienza termica ASHRAE Standard 84

$$\varepsilon_T = \frac{q_{m2} \frac{t_{22} - t_{21}}{q_{min}}}{q_{m1} \frac{t_{21} - t_{11}}{q_{min}}} = \frac{q_{m2} (t_{22} - t_{21})}{q_{min} (t_{21} - t_{11})}$$

Efficienza igrometrica ASHRAE Standard 84

$$\varepsilon_X = \frac{q_{m2} \frac{X_{22} - X_{21}}{q_{min}}}{q_{m1} \frac{X_{21} - X_{11}}{q_{min}}} = \frac{q_{m2} (X_{22} - X_{21})}{q_{min} (X_{21} - X_{11})}$$

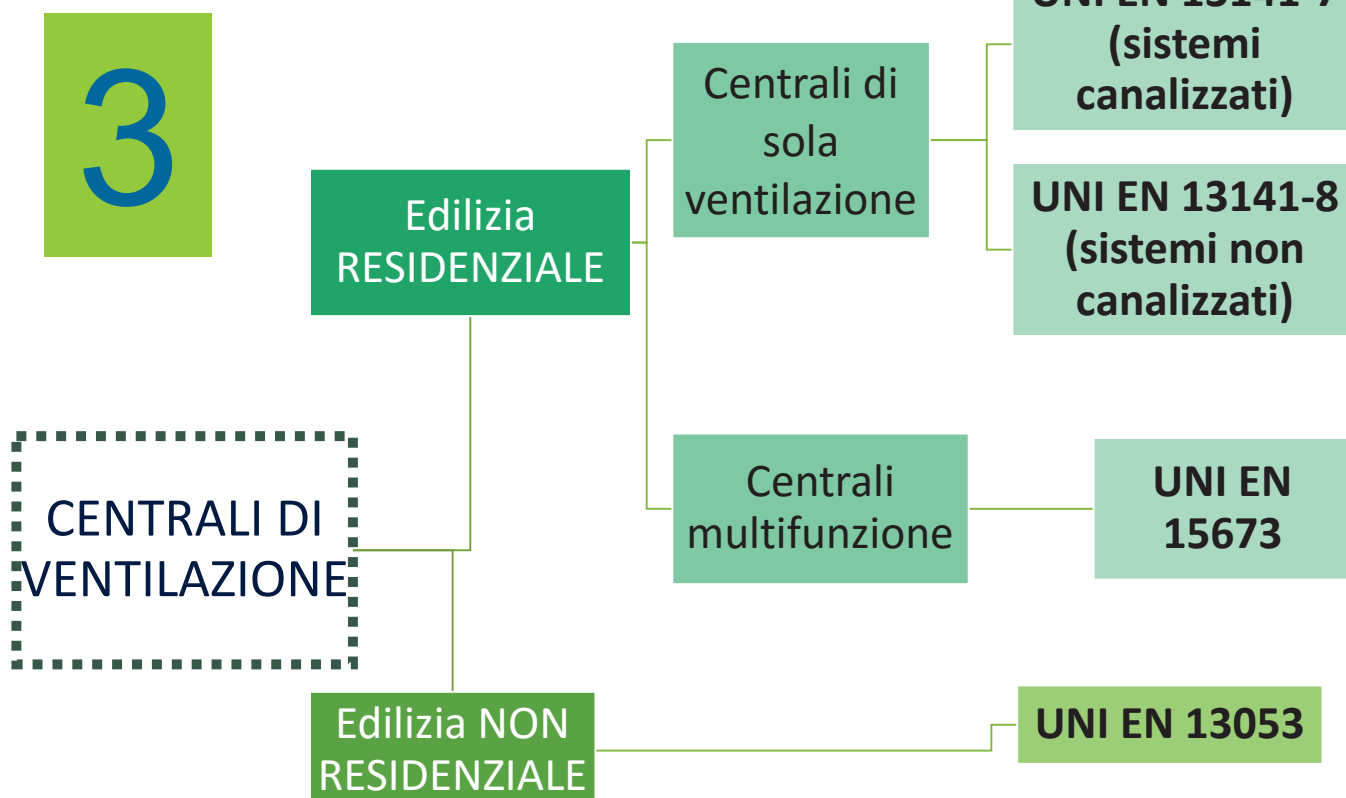


“**effectiveness**: actual energy transfer divided by the maximum possible transfer”, cioè il rapporto tra la quantità di energia recuperata e la massima quantità di energia recuperabile.

Arch. Valentina Raisa

COSA CHIEDERE ALLE AZIENDE?

I certificati dei test in laboratorio secondo:



Arch. Valentina Raisa

FC_{ve}

prospetto 11

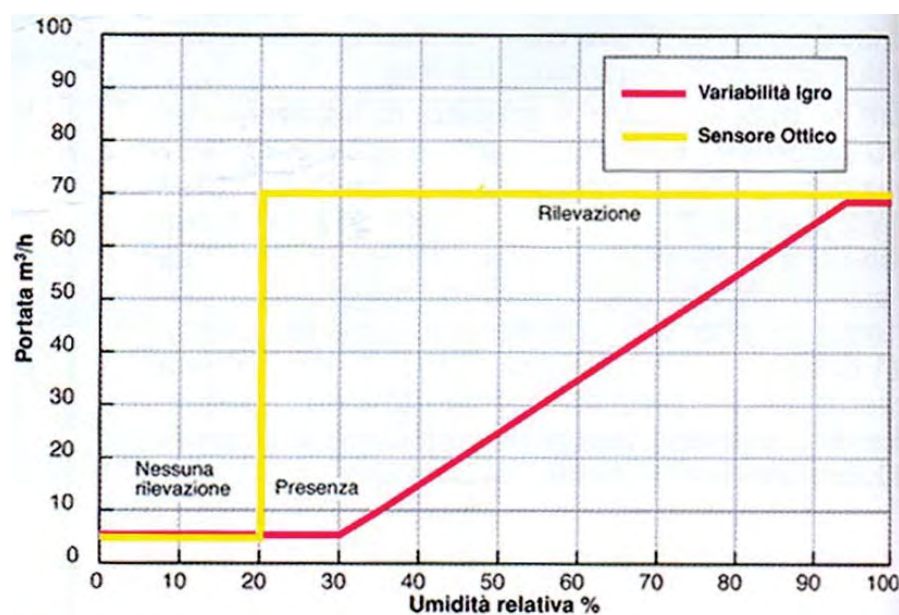
«efficienza di regolazione» - estratto dal prospetto 11

Destinaz. d'uso	Tipo di sensore							
	Presenza			Movimento		CO ₂		U.R.
	Bocchetta con rilevatore di presenza integrato	Modulo di regolazione della portata	Ventilat. a velocità variabile	Modulo di regolazione della portata	Ventilat. a velocità variabile	Modulo di regolazione della portata	Ventilat. a velocità variabile	
Residenze	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60
Camere d'albergo	0,80	0,80	0,80	0,70	0,70	0,70	0,70	0,60
Uffici singoli	0,68	0,64	0,64	0,67	0,70	0,57	0,61	
Open space	0,80	0,80	0,80	0,53	0,59	0,45	0,50	

Arch. Valentina Raisa

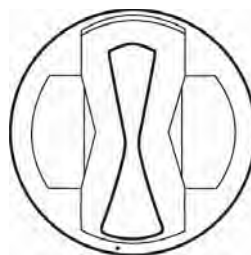
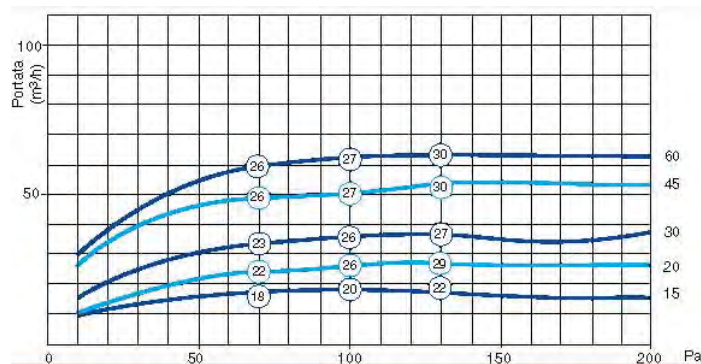
84/88

Bocchetta con rilevatore di presenza integrato

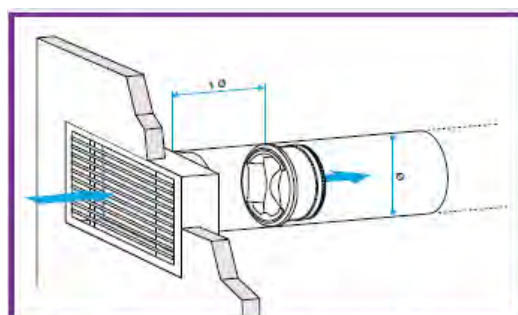


Arch. Valentina Raisa

Modulo di regolazione della portata



1 modulo = 1 portata



1) MR installato a valle di un plenum di ripresa



1 modulo = 7 portate
(ghiera rotante)

Arch. Valentina Raisa

Esempio di regolazione della portata tramite sensori di CO₂.



Arch. Valentina Raisa

Informazioni da individuare ai fini del calcolo e della predisposizione dell'A.P.E.

4

Se ho un sistema di ventilazione meccanica come può essere la regolazione della portata?

Ci sono vari modi che devono essere documentati:

- Portata fissa;
- Portata variabile tramite sensori di umidità relativa, CO₂, presenza di persone (terziario), ecc.

Arch. Valentina Raisa

88/88

12.3.3 – Portata di ventilazione di **effettiva** (CASO ventilazione ibrida)

Si riprende l'equazione 35 e si calcola $\overline{q_{ve,0}}$ mediante l'equazione 43

$$q_{ve,k,mn} = \left(\overline{q_{ve,0}} + \overline{q'_{ve,x}} \right)_k \times (1 - \beta_k) + \left(q_{ve,f} \times b_{ve} \times FC_{ve} + \overline{q_{vex}} \right)_k \times \beta_k$$

$$\overline{q_{ve,0}} = V \times n / 3600$$

Equazione 43

Volume del
locale
considerato

Valutazioni standard:
prospetti 12 e 13

Valutazioni adattate
all'utenza: UNI EN 15242

Arch. Valentina Raisa

prospetto 12

Per il periodo di funzionamento naturale quando l'impianto meccanico è spento

Classe di Schermatura (residenziale collettivo e terziario)	Tasso di ricambio d'aria (h ⁻¹)					
	Più di una facciata esposta			Una sola facciata esposta		
	Permeabilità dell'edificio					
	Bassa	Media	Alta	Bassa	Media	Alta
nessuna	0,5	0,7	1,2	0,5	0,6	1
media	0,5	0,6	0,9	0,5	0,5	0,7
forte	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5

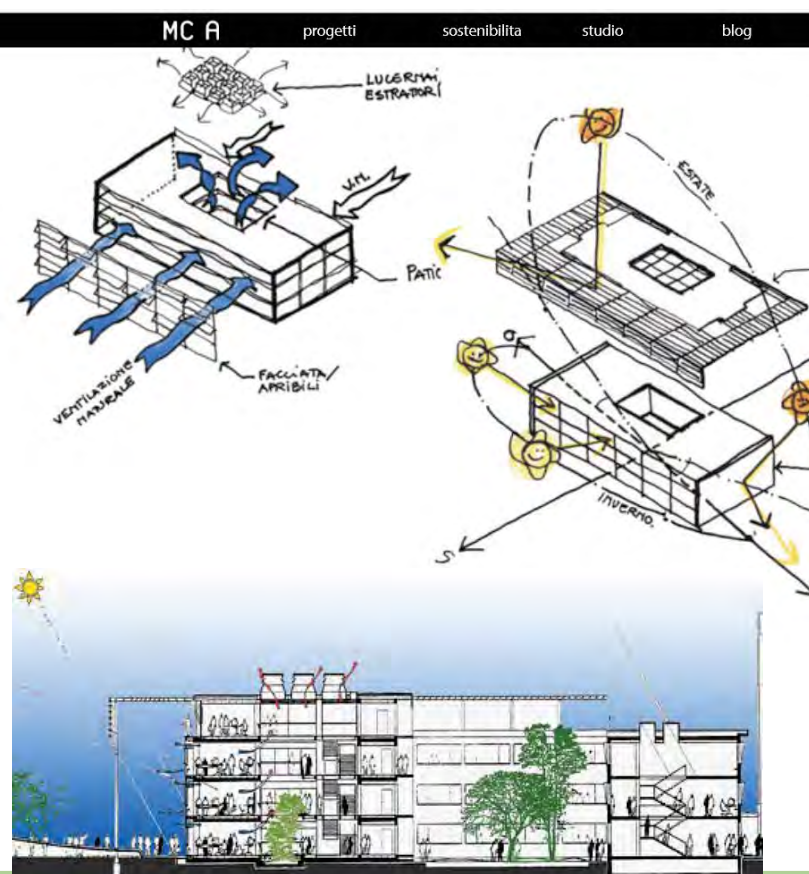
$$\overline{(q_{ve,0})} = \frac{V \times n}{3600}$$

prospetto 13

Classe di Schermatura (residenziale monofamiliare)	Tasso di ricambio d'aria (h ⁻¹)		
	Più di una facciata esposta		
	Permeabilità dell'edificio		
	Bassa	Media	Alta
nessuna	0,5	0,7	1,2
media	0,5	0,6	0,9
forte	0,5	0,5	0,6

Arch. Valentina Raisa

Un edificio con ventilazione ibrida



Arch. Valentina Raisa

12.3.4 – Portata di ventilazione di **effettiva** Equazione 43 (CASO ventilazione tramite impianto di climatizzazione)

$$q_{ve,k,mn} = (\overline{q_{ve,0}} + \overline{q'_{ve,x}})_k \times (1 - \alpha_k - \beta'_k) + (q_{ve,f} \times b_{ve} \times FC_{ve} + \overline{q_{ve,x}})_k \times \beta'_k$$

Ore settimanali in cui impianto di climatizzazione è in funzione

Ore settimanali in cui impianto di climatizzazione è sfruttato per la sola operazione di VMC.

Solo nella mezza stagione quando non c'è necessità di riscaldamento o raffreddamento

Arch. Valentina Raisa

12. 4 – Free Cooling

Equazione 47

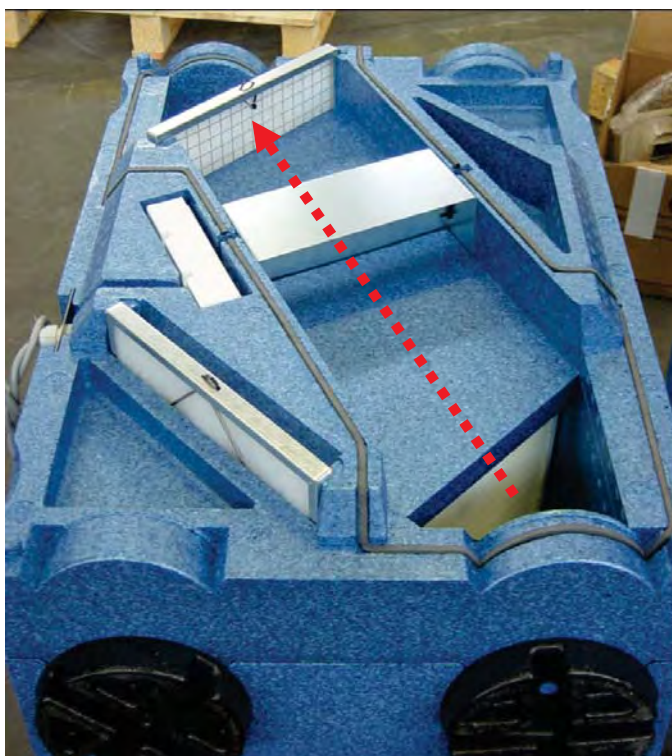
$$q_{ve,k,mn} = (\overline{q'_{ve,x}})_k \times (1 - \beta_k^{night} - \beta_k^{day}) +$$

$$(\overline{q_{ve,night}} \times b_{ve,night} \times x + \overline{q_{ve,x}})_k^{night} \times \beta_k^{night} + \text{Periodo di VMC in free cooling}$$

$$(\overline{q_{ve,f}} \times b_{ve} \times x + FC_{ve} + \overline{q_{ve,x}})_k^{day} \times \beta_k^{day} \text{ Periodo di VMC con recupero di calore}$$

Arch. Valentina Raisa

Il BY-PASS sul recuperatore di calore per la realizzazione del *free cooling*.



Quando il by-pass è attivato, in questa centrale di ventilazione il flusso dell'aria entrante non intercetta il recuperatore di calore e così l'aria immessa non è pre-riscaldata.

Arch. Valentina Raisa

94/88

APPENDICE F – Pagina 65

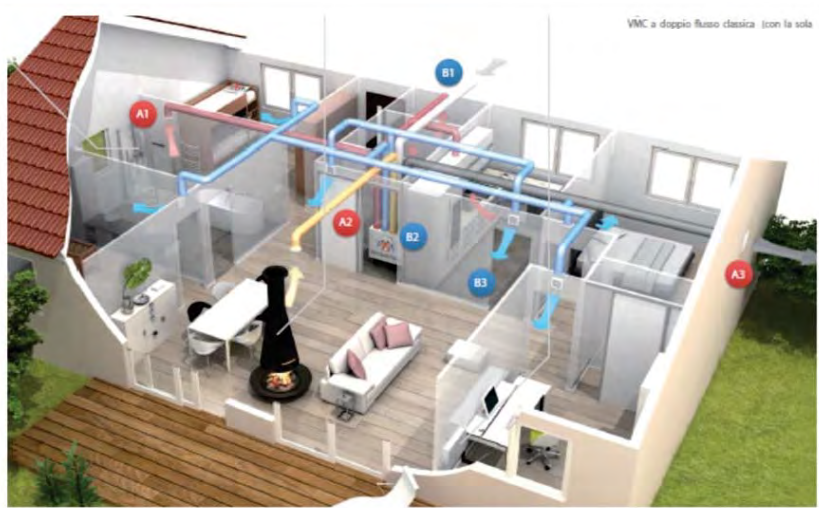
C.4.1 da UNI TS
11300-2

«Nel caso in cui siano **installati recuperatori termodinamici**, i quali oltre a sfruttare il calore dell'aria espulsa, forniscono un contributo di energia termica aggiuntiva per la presenza di generatori ausiliari, si procede come segue:

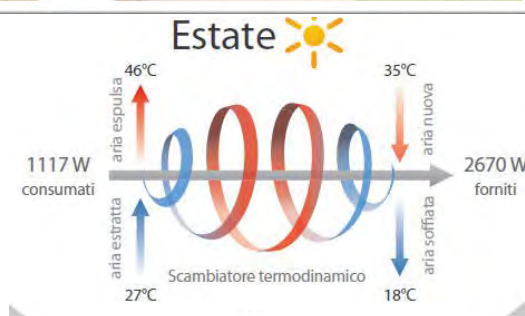
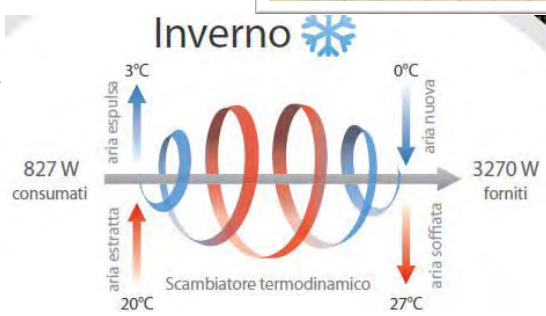
- 1) si definisce la potenza recuperabile dal recuperatore sulla base della temperatura esterna;
- 2) si definisce la potenza accettabile dall'impianto in base alla temperatura limite;
- 3) si calcola la potenza effettivamente erogata come la minima delle due;
- 4) si calcola l'energia recuperata totale mensile;
- 5) si procede con il calcolo del fabbisogno energetico effettivo per la climatizzazione invernale tenendo in considerazione l'energia recuperata totale mensile;
- 6) si calcola il consumo elettrico considerandolo come energia elettrica ausiliaria per riscaldamento.

Arch. Valentina Raisa

Sistemi con recupero termodinamico



L'unità ventilante è dotata di una pompa di calore ad inversione di flusso.



Arch. Valentina Raisa

La ventilazione nella UNI TS 11300-2

Nel capitolo 5

5.4

	Precisazioni sulla struttura di calcolo per gli impianti tecnici	12
figura 2	Suddivisione di un sistema di riscaldamento	13
figura 3	Suddivisione di sistema acqua calda sanitaria	14
figura 4	Suddivisione di un sistema di ventilazione	15
		15

APPENDICE (normativa)

C.1
C.2

prospetto C.1
prospetto C.2
prospetto C.3
prospetto C.4

C.3
C.4

C	FABBISOGNI DI ENERGIA PER LA VENTILAZIONE MECCANICA E PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE IN PRESENZA DI IMPIANTI AERAUICI	94
	Premessa	94
	Fabbisogni di energia primaria per la ventilazione meccanica	94
	Perdita d'aria per condotte rettangolari metalliche.....	95
	Perdita d'aria per condotte circolari metalliche	96
	Perdita d'aria per condotte non metalliche in materiale preisolato	96
	Classificazione della rete aeraulica in funzione della pressione totale	96
	Fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale con impianto aeraulico	96
	Classificazione impianti aeraulici e indicazioni per il calcolo dei fabbisogni	100

Appendici E e F

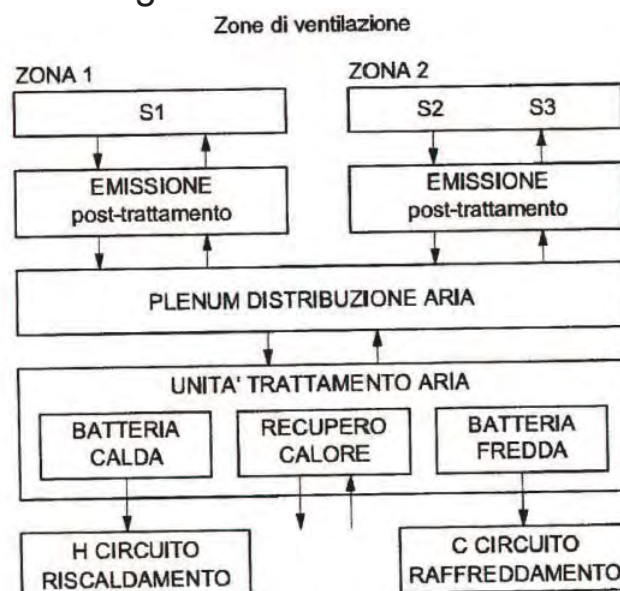
Arch. Valentina Raisa

Suddivisione del sistema ventilazione

«Gli spazi dell'edificio sono raggruppati in zone, in ciascuna delle quali si ha una regolazione di zona dei parametri di emissione e della portata. Le zone sono alimentate da proprio circuito collegato a collettore (plenum) di distribuzione. Ciascuna delle zone può essere dotata di batteria di post-trattamento con circuito locale collegato a generazione centrale o a generazione locale»

La struttura di calcolo risultante è:

- 1) Spazi elementari dell'edificio;
- 2) Zona di ventilazione
- 3) Emissione, regolazione e post trattamento locale;
- 4) Distribuzione;
- 5) Unità di trattamento aria;
- 6) Recupero di calore.



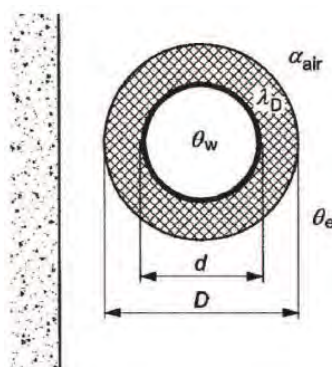
Arch. Valentina Raisa

Dati da inserire: FABBISOGNI ELETTRICI (capitolo 8)

Sono definiti **IMPIANTI AERAILICI** quelli che hanno reti con fluido termovettore aria (part. 8.1.4)

- Solo ventilazione Metodo Appendice C
- Climatizzazione invernale → Impianti misti ad aria primaria
- Impianti a tutt'aria

Dati da inserire: **PERDITE RETI DISTRIBUZIONE** (Appendice A)



Valori indicativi della conduttività di alcuni materiali

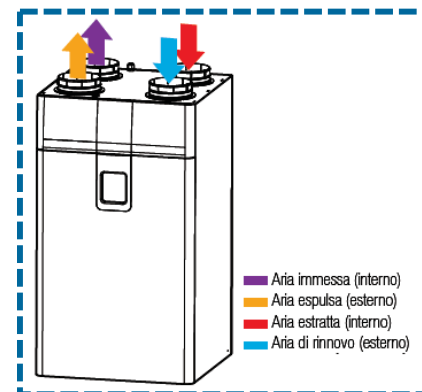
Materiale	Conduttività λ [W/(m x K)]
Materiali espansi organici a cella chiusa	0,04
Lana di vetro, massa volumica 50 kg/m ³	0,045
Lana di vetro, massa volumica 100 kg/m ³	0,042
Lana di roccia	0,060
Poliuretano espanso (preformati)	0,042



Arch. Valentina Raisa

APPROFONDIMENTO

I consumi elettrici delle centrali di ventilazione (residenziali)



Portata (m ³ /h)	Consumi (W)	SPI (W/(m ³ /h))
90	39	0,43
120	50	0,41
150	65	0,43
180	85	0,47
210	110	0,52
240	139	0,58
270	172	0,63
300	210	0,7
330	253	0,76
370	316	0,85

SPI = SPECIFIC POWER INPUT

Rappresenta il consumo elettrico per unità di portata.

99
Arch. Valentina Raisa

100/88

APPROFONDIMENTO

I consumi elettrici delle centrali di ventilazione (terziarie)

Scelta della gamma

Informazioni di base

Configurazione della centrale

Opzioni aggiuntive

Sintesi dei calcoli

Documentazione associata

Informazioni di base

Modello : XH 2300

Portata aria immessa : 2000,00 m³/h

Portata aria estratta : 2000,00 m³/h

Pressione totale Immissione : 200 Pa; Cell : 200 Pa

Inverno Temperatura aria esterna : -10,00 °C

Temperatura aria estratta : 20,00 °C

Estate Temperatura aria esterna : 26,00 °C

Temperatura aria estratta : 22,00 °C

Configurazione dell'unità

Antigel : By-pass

Batteria interna : Nessuno

Filtro immissione : Piano F7 + pre-filtro G4

Filtro estrazione : Piano G4

Lato ispezionabile: Destro

Versione per esterno

Connessione Circolare

Regolazione

Pannello di comando HMI

Sensore per il controllo : Velocità variabile

Interfaccia : Modbus / Tcp Ip / Bacnet

Monitoraggio : nessuno

Accessori

Visiera espulsione: Nn

Visiera aria esterna: Nn

Inverno



Efficienza :
89,33 %

Estate



Efficienza :
78,62 %

Motore di immissione

Potenza elettrica : 563 W

RPM al punto di lavoro : 2244 1/min

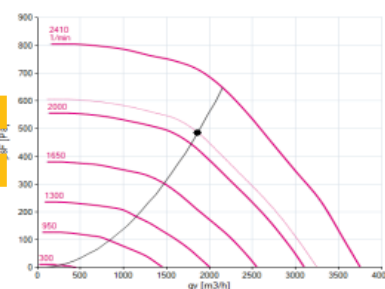
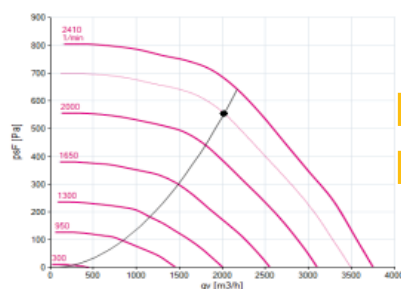
SFPv : 1,01 kW/m²/s

Motore di estrazione

Potenza elettrica : 461 W

RPM al punto di lavoro : 2091 1/min

SFPv : 0,83 kW/m²/s



Livello globale di potenza acustica

Immissione

60 dB(A)

69 dB

Estrazione

73 dB(A)

76 dB

Espulsione

76 dB(A)

78 dB

Aria Esterna

59 dB(A)

66 dB

Irradiata

51 dB(A)

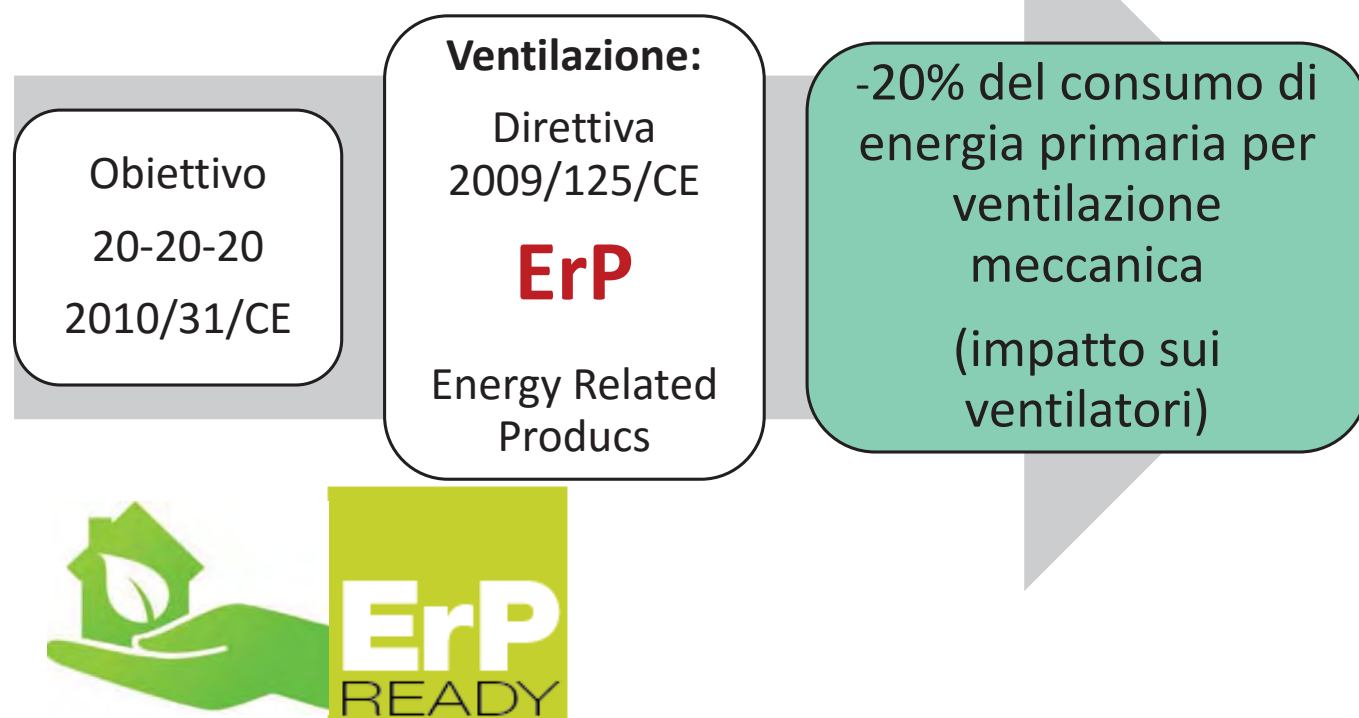
70 dB

Prezzo

codice di autenticazione non valido.
Si prega di registrarsi per aver accesso al modulo di quotazione.

100
Arch. Valentina Raisa

«Ecodesign»: progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia+ etichettatura (specificata nella 2010/30/CE).



101
Arch. Valentina Raisa

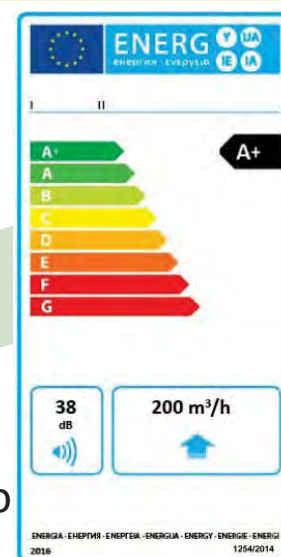
Regolamenti nn. 1253 e 1254 del 2014.

Applicato dal
1 gennaio
2016

Classe	SEC (kWh/a*m ²)
A+	SEC ≤ -42
A	-42 < SEC ≤ -34
B	-34 < SEC ≤ -26
C	-26 < SEC ≤ -23
D	-23 < SEC ≤ -20
E	-20 < SEC ≤ -10
F	-10 < SEC ≤ 0
G	0 ≤ SEC

n. 1254

Etichettatura obbligatoria solo per centrali con consumo >30 W per flusso d'aria.



n. 1253

Unità classificate secondo il parametro **SEC**: Consumo specifico di energia delle unità di ventilazione in seguito ai test eseguiti presso laboratori accreditati. Classificazione alla portata di riferimento = 70% della max.

Arch. Valentina Raisa

SEC: consumo specifico di energia primaria per ventilare un m2 di superficie abitabile riscaldata in una abitazione o edificio in kWh/(m2*a).

Calcolo del requisito «consumo specifico di energia»

Il consumo specifico di energia (SEC) viene calcolato con l'equazione seguente:

$$SEC = t_a \cdot p_{ef} \cdot q_{net} \cdot MISC \cdot CTRL^x \cdot SPI + t_h \cdot \Delta T_h \cdot \eta_h^{-1} \cdot c_{air} \cdot (q_{ref} - q_{net} \cdot CTRL \cdot MISC \cdot (1 - \eta_t)) + Q_{defr}$$

Regolazione
delle portate

Consumo specifico

Efficienza di
recupero termico

La lettura di questa formula articolata fa riflettere sui **fattori che incidono sul consumo energetico** (e che quindi il **progettista** deve imparare a valutare, mentre il **certificatore energetico** deve individuare sui test report ai fini della compilazione dell'APE).

103
Arch. Valentina Raisa

TEST IN LABORATORIO: QUALI?

Edilizia residenziale: UNI EN 13141

suddivisa in 11 parti
Verifica delle prestazioni di componenti/prodotti per la ventilazione degli alloggi

Parte 1	Dispositivi di diffusione dell'aria montati all'esterno e all'interno.	
Parte 2	Bocchette per l'estrazione e l'immissione dell'aria.	
Parte 3	Cappe per uso domestico.	
Parte 4	Ventilatori utilizzati negli impianti di ventilazione degli alloggi.	
Parte 5	Aspiratori statici e dispositivi di uscita in copertura.	
Parte 6	Kit per impianti di estrazione per abitazioni unifamiliari.	
Parte 7	Verifica delle prestazioni di unità di ventilazione meccanica di immissione ed estrazione (compreso il recupero di calore) di impianti di ventilazione meccanica destinati ad abitazioni unifamiliari.	
Parte 8	Verifica delle prestazioni di unità di ventilazione meccanica di immissione ed estrazione (compreso il recupero di calore) di impianti di ventilazione meccanica destinati ad ambienti singoli.	
Parte 9	Dispositivi di immissione dell'aria igroregolabili montati all'esterno.	
Parte 10	Dispositivi di estrazione dell'aria igroregolabili.	
Parte 11	Sistemi di ventilazione per immissione.	

Edilizia NON residenziale: UNI EN 13053

Ventilazione degli edifici – Unità di trattamento dell'aria – Classificazioni e prestazioni per le unità, i componenti e le sezioni.

Arch. Valentina Raisa

Informazioni da individuare ai fini del calcolo e della predisposizione dell'A.P.E.

5

Che parametri devo controllare se un edificio nuovo ha un sistema di VMC?

Il rispetto dell' «Ecodesign»

- Valore di SPI (residenziale) e SFP (terziario) secondo i limiti stabiliti a livello comunitario;
- Valore di SEC;
- Valori prestazionali classificati secondo la norma UNI EN 13142.

Queste valutazioni possono essere molto utili per la fase dedicata agli interventi migliorativi!!

Arch. Valentina Raisa

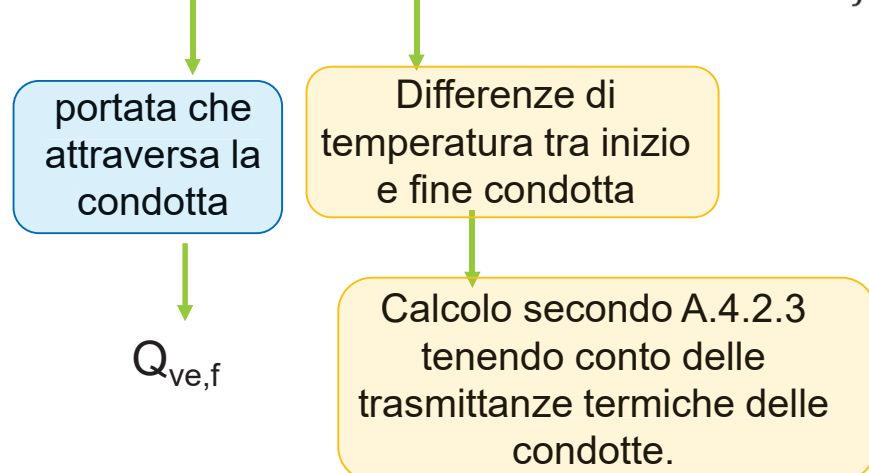
106/88

PERDITE DI DISTRIBUZIONE – metodo analitico

Occorre dedicare attenzione alle perdite termiche per trasmissione attraverso le pareti delle condotte: **esterne o in ambienti non riscaldati!**

A.4.2.1 e successivi

$$Q_{I,da,tr,j} = \left(\sum \sigma_a \times c_a \times q_{v,duct,k} \times \Delta\theta_{duct,k} \times \beta_{j,k} \times FC_{v,j,k} \right)_j \times t$$



Arch. Valentina Raisa

PERDITE DI DISTRIBUZIONE – metodo semplificato

prospetto A.6

Trasmittanze termiche lineari delle condotte (estratto)	
Diametro equivalente medio canali principali	Trasmittanza lineare condotta (lamiera + isolante) e in materiale preisolato
D [m]	U' [W/(m*K)]
0,376	0,14
0,462	0,21
0,532	0,27
0,651	0,40
0,752	0,53
ecc.	ecc.

107
Arch. Valentina Raisa

108/88

PERDITE DI DISTRIBUZIONE – metodo semplificato

Le dimensioni della rete aeraulica

Si compiono valutazioni a partire dai dati di portata e velocità dell'aria

prospetto A.7

Velocità dell'aria canali nelle condotte

Applicazioni	Velocità dell'aria nelle condotte principali (m/s)	Velocità dell'aria canali nelle condotte secondarie (m/s)
Teatri e auditorium	3,5	2,5
Appartamenti, alberghi e ospedali	4,0	3,0
Uffici privati, uffici direzionali e biblioteche	5,0	4,0
Uffici aperti, ristoranti e banche	6,0	5,0
Bar e magazzini	6,0	5,0
Industrie	6,5	5,0

Sezione della condotta (m²)

$$q_v = A \times v \times 3600$$

Velocità dell'aria (m/s)

Portata d'aria (m³/h)

Arch. Valentina Raisa

Velocità raccomandate sulle griglie di ripresa aria

Posizione griglia	Velocità (m/s)
Al di sopra di zone occupate	4,0
Entro le zone occupate, ma non vicino ai posti a sedere	3,0 ÷ 4,0
Entro le zone occupate, vicino ai posti a sedere	prospetto A.8
Griglia a parete o su porte	
Passaggio sotto le porte sopraelevate	1,0 ÷ 1,5

Nota Le velocità sono riferite alla sezione frontale lorda della griglia.

Velocità frontale per griglie di presa aria e per griglie di espulsione aria

Griglia	Velocità (m/s)
Ripresa o estrazione	
Per $v \geq 3300$ L/s	2,0
Per $v < 3300$ L/s	2,0 ÷ 1,0 (figura A.11)
Espulsione	
Per $v \geq 2400$ L/s	2,5
Per $v < 2400$ L/s	2,5 (figura A.11)

Nota Le velocità della griglia lorda pari a circa 1 m/s mai scendere ad di sotto del 40%.

prospetto A.9

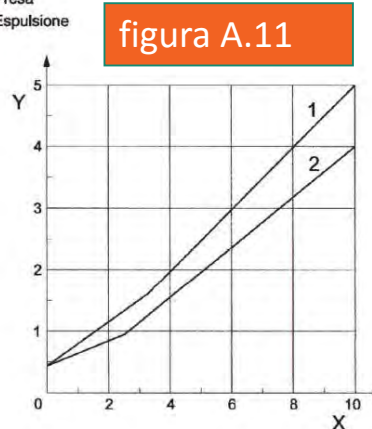
Velocità di attraversamento delle batterie

Batteria	Velocità frontale (m/s)
Batteria di riscaldamento a vapore o ad acqua calda (1 m/s velocità minima; 7,6 m/s velocità massima)	2,5 ÷ 5,0
Batteria di raffreddamento e deumidificazione	prospetto A.11

Diagramma per la scelta delle griglie¹⁰⁾

Legenda

- X Portata d'aria per griglia [m³/s]
 Y area frontale della griglia [m²]
 1 Presa
 2 Espulsione



Velocità di attraversamento delle sezioni di umidificazione

Umidificatori	Velocità frontale (m/s)
Lavoratori di aria con ugelli	1,5 ÷ 3,0
Umidificatori a pacco	2,5 ÷ 3,0

Velocità di attraversamento dei filtri

Tipologia Filtri	Velocità frontale (m/s)
Filtri a pannelli	
con mezzi filtranti impregnati	1,0 ÷ 4,0
a secco ad ampia superficie	
- piani (bassa efficienza)	uguale alla velocità del canale
- pieghettati (media efficienza)	fino a 3,8
- HEPA (alta efficienza)	1,3
Filtri rotanti	
con materassino impregnato	fino a 2,5
con materassino a secco	1,0
Filtri elettronici	
a ionizzazione	0,8 ÷ 1,8

Velocità massime di efflusso dell'aria da bocchette

Destinazione	Velocità (m/s)
Studi radiofonici, sale da concerto	1,5 ÷ 2,0
Abitazioni e camere	2,5 ÷ 3,0
Teatri, uffici privati	2,5 ÷ 3,5
Cinematografi, uffici normali	5,0 ÷ 6,0
Saloni impiegati, ristoranti, negozi	6,0 ÷ 7,0
Fabbricati industriali	7,0 ÷ 10

Arch. Valentina Raisa

APPENDICE C – Fabbisogni di energia per la ventilazione meccanica e per la climatizzazione invernale in presenza di impianti aeraulici - NORMATIVA

Servizio di ventilazione

Soli fabbisogni energetici per la movimentazione dell'aria.

Capitolo C.2

Servizio di climatizzazione invernale o estiva

Eventuale controllo delle temperature ed umidità relativa interna tramite impianto aeraulico.

Capitolo C.3

Capitolo C.2 – DATI DA INSERIRE

- C.2.1: Calcolo energia primaria
- C.2.2: calcolo energia elettrica
- C.2.3: potenza elettrica dei ventilatori
- C.2.4: portata d'aria nominale corretta (valutazione perdite)

Conoscenza di dati da inserire nel software

Arch. Valentina Raisa

App. C.2.1 – Calcolo energia primaria per la VMC

NB: j
indica
la zona

$$Q_{P,V} = f_{p,el} \times \sum_j Q_{ve,el,j} \quad [\text{kWh}]$$

Conversione in energia primaria dell'en. elettrica

fabbisogno energia
primaria per la ventilazione
meccanica

fabbisogno elettrico dei
ventilatori, alle portate di progetto
(DA SCHEDA TECNICA!!!).
Non viene contemplato il
consumo elettrico di eventuali
bocchette motorizzate

Arch. Valentina Raisa

112/88

App. C.2.2 – Calcolo energia elettrica per la VMC

$$Q_{ve,el,j} = W_{ve,el.adj,k} \times F_{C_{ve,adj,j}} \times t \quad [\text{kWh}]$$

potenze elettriche dei ventilatori,
alle portate di progetto (DA
SCHEDA TECNICA).

Questo valore va corretto
aggiungendo alla portata le
perdite di massa delle condotte
così come in C.2.4. dove $q'_{ve,k}$ è
**la portata d'aria nominale
corretta.**

Fattore di carico della VMC
(viene calcolato dal software se
è già stata fornita
l'informazione relativa a $FC_{ve,k}$,
secondo la UNI TS 11300-1,
riguardo l'eventuale
regolazione delle
portate... OSSIA SE
L'IMPIANTO E' A PORTATA
VARIABILE)

Arch. Valentina Raisa

App. C.2.4 – Portata d'aria nominale corretta

$$q'_{ve,k} = q_{ve,k} + S \times q_{ex,pm} \quad [m^3/h]$$

Portata di progetto (nominale)
DA UNI TS 11300-1
(quindi a questo punto del calcolo già individuata dal software)

Superficie interna del condotto in m².
Se non nota, può essere calcolata secondo procedura A.4.4 dell'appendice A.

Esfiltrazioni dal condotto
Prospetti da C.1 a C.4

prospetto C.1

Classe tenuta condotta	$q_{ex,pm}$	Tipo di valutazione
Classe A	$(0,027 \times P^{0,65}) * 10^{-3}$	A1 e A2 in mancanza altri riferimenti
Classe B	$(0,009 \times P^{0,65}) * 10^{-3}$	Se specificato nel progetto o se misurata
Classe C	$(0,003 \times P^{0,65}) * 10^{-3}$	
Classe D	$(0,001 \times P^{0,65}) * 10^{-3}$	

Arch. Valentina Raisa

App. C.4.1 – Presenza recuperatore termodinamico

Nel caso in cui siano installati recuperatori termodinamici, i quali, oltre a sfruttare il calore dell'aria espulsa, forniscono un contributo di energia termica aggiuntiva per la presenza di generatori ausiliari, si procede come segue:

- 1) Definire la potenza recuperabile dal recuperatore sulla base della temperatura esterna;
- 2) Definire la potenza accettabile dall'impianto in base alla temperatura limite;
- 3) Calcolare la potenza effettivamente erogata come la minima delle due;
- 4) Calcolare l'energia recuperata mensile;
- 5) Calcolo del fabbisogno energetico effettivo per la climatizzazione invernale tenendo in considerazione l'energia recuperata totale mensile;
- 6) Calcolare il consumo elettrico considerandolo come energia elettrica ausiliaria per riscaldamento.

Arch. Valentina Raisa

App. C.2.4 – ultime righe del paragrafo

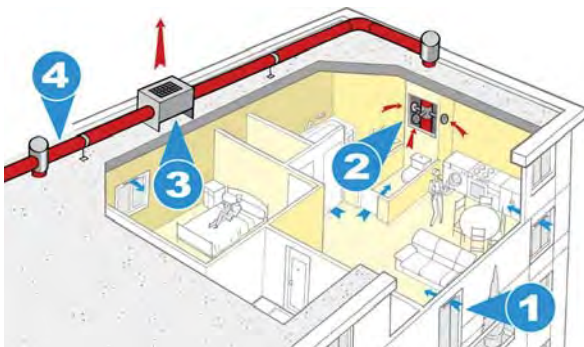
Gli impianti aeraulici, a seconda delle configurazioni della rete, sono classificabili in:

IMPIANTI AERAULICI

A SEMPLICE FLUSSO:

- A sola immissione
- A sola estrazione

A DOPPIO FLUSSO



Arch. Valentina Raisa

Riassumendo: quali dati si devono raccogliere?

Lo studio della VENTILAZIONE



ai fini della
compilazione
di un
A.P.E.

1) L'edificio è dotato di un sistema di ventilazione, oppure l'aria viene ricambiata tramite apertura dei serramenti?

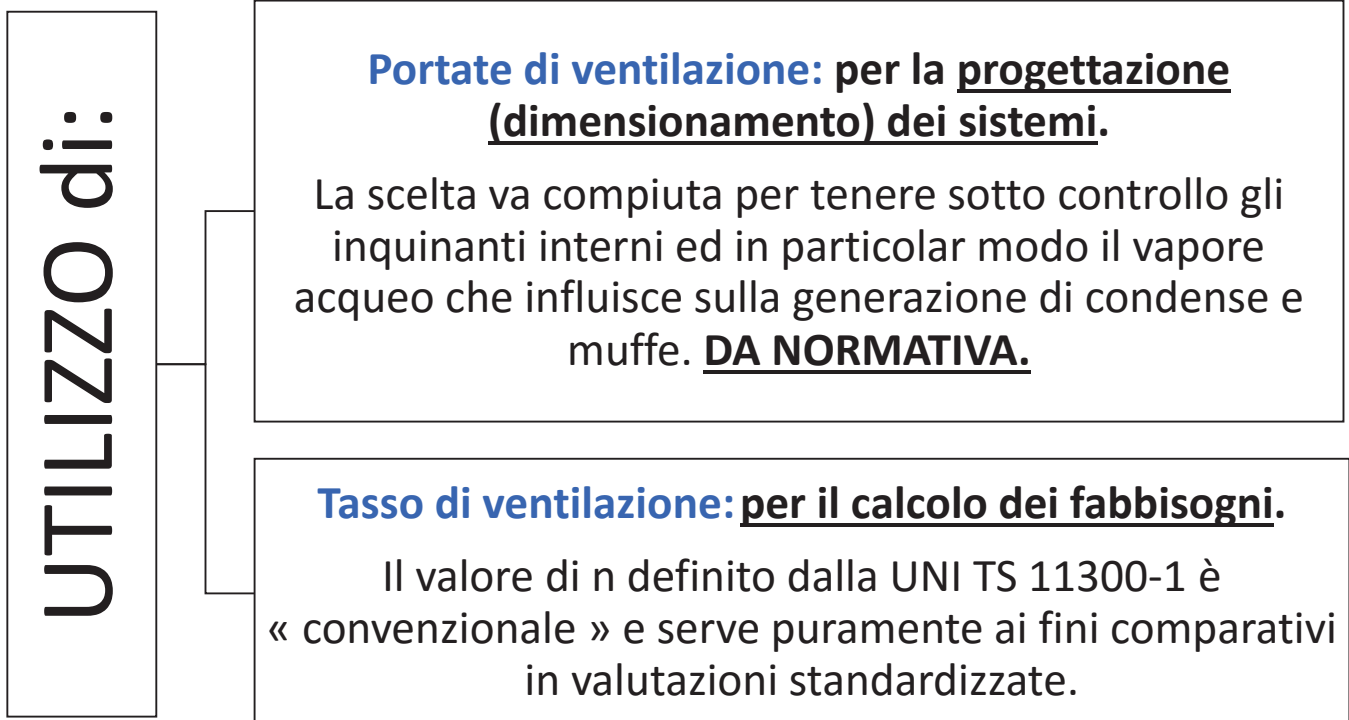
2) Quali sono i dati del sistema di ventilazione, se presente? E' possibile reperire il progetto?

3) Il sistema di ventilazione funziona a portata costante o variabile?

4) Se esiste il recuperatore di calore quale è la sua efficienza? E' necessario ottenere il certificato ufficiale di prova.

Arch. Valentina Raisa

Un concetto fondamentale per progettisti che sono certificatori energetici degli edifici:



Arch. Valentina Raisa¹¹⁷

prEN 16573 Ventilation for buildings – Performance testing of components for residential buildings – **Multifunctional** balanced ventilation units for single family dwelling, including heat pumps.

Unità «bidirezionali» che hanno:

come configurazione minima:

- Ventilatori;
- Filtri
- Sistema di controllo generale

+

uno o più componenti aggiuntivi:

- Pompa di calore aria-acqua
- Pompa di calore aria-aria
- Scambiatore di calore

Schemi di molteplici configurazioni di «multifunctional units»

Arch. Valentina Raisa

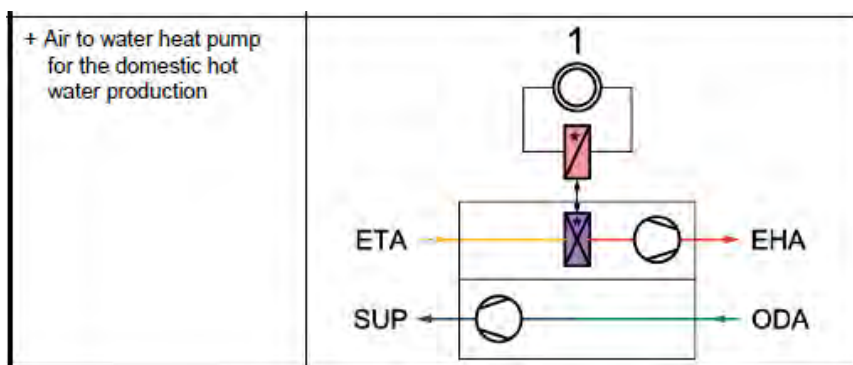
Da prEN 16573 – Alcuni schemi

	Description Balanced ventilation including:	Function scheme	Test procedure clause:
1.	+ Air to air heat exchanger		Fully covered by EN 13141-7 Recupero statico
2.	+ Air to air heat pump		Fully covered by EN 13141-7 Rec. termodinamico
3.	+ Air to air heat exchanger + Air to supply air heat pump		Fully covered by EN 13141-7 Rec. Statico e recupero parte calore aria estratta per produzione ACS

Arch. Valentina Raisa

120/88

Troviamo sul mercato...

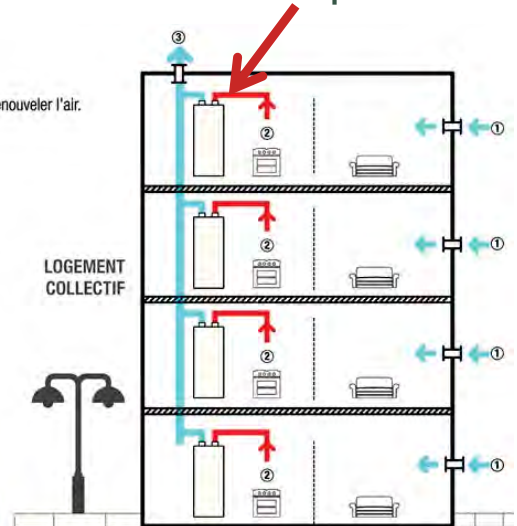
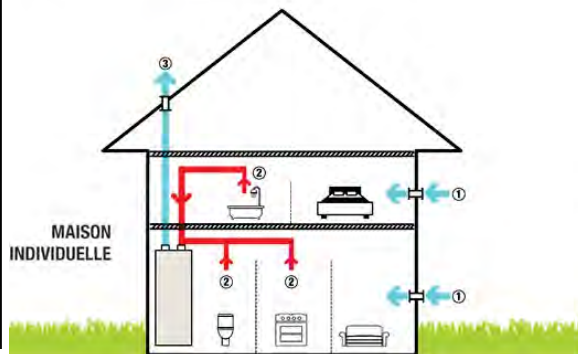


Arch. Valentina Raisa



Sistema a flusso singolo per estrazione. Prima di essere espulsa, l'aria interna, estratta, cede il proprio calore alla **pompa di calore aria/acqua**.

- ① L'air neuf entre dans le logement.
- ② L'air du logement (chargé en calories) est aspiré par la ventilation, pour chauffer l'eau et renouveler l'air.
- ③ L'air déchargé de ses calories est rejeté à l'extérieur du logement.



121
Arch. Valentina Raisa

Table 1 — Units and test procedures (5 of 5)

	Description Balanced ventilation including:	Function scheme	Test procedure clause:
18.	+ air to air heat exchanger + Air source heat pump for: – supply air heating or cooling and simultaneous or alternative domestic hot water production. With recirculation air		6 7.3 7.4 7.6 7.9 8.3 8.5 Key 1 Domestic hot water
NOTE	EHA – Exhaust air, ETA – Extract air, ODA - Outdoor air, RCA – Recirculation air, SUP – Supply air		

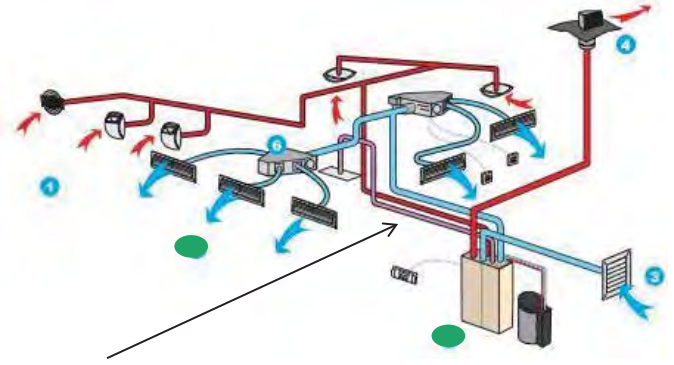
Questo tipo di unità multifunzione sembra destinata ad avere una buona diffusione in Europa ed è importante una normativa che ne codifichi i test di prova anche al fine di compararne le prestazioni.

122
Arch. Valentina Raisa



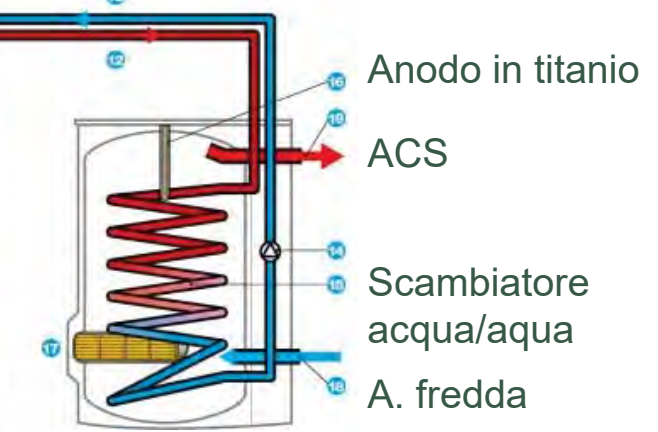
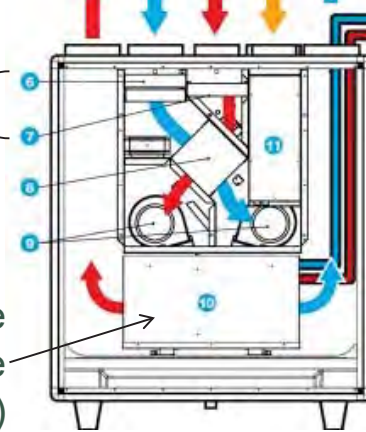
Funzioni (all in one):

- Ventilazione
- Riscaldamento
- Raffrescamento
- Produzione ACS



OUT IN 3: Aria estratta dagli ambienti
 3: Aria immessa negli ambienti

- 5: ricircolo
- Filtri
- Rec. calore statico
- Ventilatori
- 10: pompa di calore (scambiatore termodinamico)



- Anodo in titanio
- ACS
- Scambiatore acqua/acqua
- A. fredda

Arch. Valentina Raisa

ALTRI SOFTWARE – LETO DI ANIT - STEP 1 – Dopo aver inserito le zone termiche, cliccare sul + alla loro sinistra. Apparirà la scritta Ventilazione.

Destinazione d'uso: **E.2 Uffici e assimilabili**

Area netta: **637.033** m² Volume netto: **1767.76** m³

Tipo di ventilazione: **Naturale**

Unità di misura delle portate: m³/h m³/s



Portata di ventilazione in condizioni di riferimento

	Area [m ²]	q _{ve,0} [m ³ /h]	q _{ve,mn} [m ³ /h]
▶ Uffici open space	600	2851.2	1682.2
Servizi	37,0337...	800.0	800.0

Portata minima di progetto: **3651.2** m³/h

Portata media di riferimento: **2482.2** m³/h Hv: **827.4** W/K

- Ventilazione meccanica assicurata dall'impianto di riscaldamento nella stagione di riscaldamento
- Ventilazione meccanica assicurata dall'impianto di condizionamento nella stagione di raffrescamento

	q _{ve} [m ³ /h]	QH _{ve,rif} [kWh]	QH _{ve,eff} [kWh]	QC _{ve,rif} [kWh]	QC _{ve,eff} [kWh]	QH _{wv,ve} [kWh]	QC _{wv,ve} [kWh]	QH _{hum,nd} [kWh]	QC _{hum,nd} [kWh]
▶ gennaio	2482.2	10911.3	10911.3	0.0	0.0	5531.3	10979.2	3521.7	0.0
febbraio	2482.2	8465.3	8465.3	0.0	0.0	4037.3	8958.0	2222.2	0.0
marzo	2482.2	6417.5	6417.5	0.0	0.0	3291.6	8739.5	1282.0	0.0
aprile	2482.2	2003.6	2003.6	0.0	0.0	739.4	6011.6	0.0	0.0
maggio	2482.2	0.0	0.0	2657.4	2657.4	-2818.8	2629.2	0.0	0.0
giugno	2482.2	0.0	0.0	1742.5	1742.5	-6782.4	-1510.2	0.0	3455.0
luglio	2482.2	0.0	0.0	261.6	261.6	-7319.4	-1871.5	0.0	3881.1
agosto	2482.2	0.0	0.0	569.4	569.4	-8070.2	-2622.2	0.0	4631.8
settembre	2482.2	0.0	0.0	2007.1	2007.1	-4740.1	532.1	0.0	1412.7
ottobre	2482.2	2177.2	2177.2	0.0	0.0	-1133.6	4314.3	0.0	0.0
novembre	2482.2	6627.5	6627.5	0.0	0.0	2059.0	7331.1	114.2	0.0
dicembre	2482.2	9741.7	9741.7	0.0	0.0	4852.4	10300.4	2842.9	0.0
TOTALE	46344.1	46344.1	7238.1	7238.1				9983.1	13380.5

Progetto

- Dati climatici
- Gestione zone
- Involucro
- Elementi disperdenti
- Zone termiche
- PT Uffici
- Ventilazione
- Dispersione e apporti solari




Arch. Valentina Raisa

STEP 2 – Le scelte. Con «meccanica» e «ibrida» i dati da inserire sono maggiori e la schermata è più articolata.

Destinazione d'uso **E.2 Uffici e assimilabili**

Area netta **637,033** m² Volume netto **1767,76** m³

Tipo di ventilazione: **Naturale** (Unità: )

LETO3

Tipo di ventilazione

Naturale
Meccanica
Ibdrida

I dati da inserire sono contenuti nei prospetti della UNI TS 11300-1 (vedi slides precedenti)

Pemeabilità dell'involucro

Bassa
 Media
 Alta

Schematura

Nessuna schematura
 Media schematura
 Fortemente schemato

Tasso di ricambio d'aria a 50 Pa **4** 1/h
Tasso di ricambio d'aria per ventilazione naturale **0** 1/h

Coefficiente e **0**
Coefficiente f **20**

Periodo di non funzionamento della ventilazione meccanica

Frazione temporale con ventilazione meccanica non funzionante **0,67**
Portata per ventilazione naturale **0,0** m³/h
Portata aggiuntiva dovuta agli effetti del vento **0,0** m³/h

Periodo di funzionamento della ventilazione meccanica

Frazione temporale con ventilazione meccanica funzionante **0,33**
Portata di progetto del sistema di immissione **0,0** m³/h
Portata di progetto del sistema di estrazione **0,0** m³/h
Portata nominale della ventilazione meccanica **3651,2** m³/h
Portata aggiuntiva dovuta a infiltrazioni durante il periodo di funzionamento della ventilazione meccanica **0,0** m³/h

Regolazione

 Fattore di efficienza della regolazione **1,00**

Fattore di correzione medio per differenza di temperatura

b_ve **1,00**
Calcola

Free-cooling

Arch. Valentina Raisa

STEP 3 – Inserimento dati. In particolare:...

Periodo di funzionamento della ventilazione meccanica

Frazione temporale con ventilazione meccanica funzionante **0,33**

Portata di progetto del sistema di immissione **3651** m³/h

Portata di progetto del sistema di estrazione **0,0** m³/h

- Il sistema può essere sbilanciato.
- Necessaria analisi progetto.

- Conoscenza del sito.
- Necessario sopralluogo.

Schematura

Nessuna schematura
 Media schematura
 Fortemente schemato

Fattore di correzione medio per differenza di temperatura

b_ve **1,00**
Calcola

Nessun trattamento dell'aria
 Pre-riscaldamento o pre-raffrescamento
 Recuperatore di calore

	Temperatura di immissione dell'aria [°C]	b_ve
gennaio	2,28	1,00
febbraio	4,78	1,00
marzo	9,58	1,00
aprile	14,38	1,00
maggio	18,38	1,00
giugno	23,08	1,00
luglio	25,58	1,00
agosto	25,08	1,00
settembre	21,38	1,00
ottobre	15,08	1,00
novembre	8,88	1,00
dicembre	4,18	1,00

Arch. Valentina Raisa

Continua. In presenza di recuperatore di calore...



Fattore di correzione per differenza di temperatura

Nessun trattamento dell'aria
 Pre-riscaldamento o pre-raffrescamento
 Recuperatore di calore

Efficienza del recuperatore

Vedi recuperatore

Togliendo il segno di spunta, è possibile compilare tutte le celle della tabella, non solo la prima colonna.

*** Essenziale: avere il certificato di test.

Recupero termico di ventilazione

Portata nominale del recuperatore m³/h Assenza di valori di efficienza termica per portate diverse da quella nominale

Lato	Portate bilanciate			Portate sbilanciate		
	100%	67%	150%	67%	100%	150%
Immissione	100%	67%	150%	67%	100%	150%
Espulsione	100%	67%	150%	100%	67%	150%
Rendimento [-]	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Portata di immissione m³/h

Portata di espulsione m³/h

Rendimento effettivo del recuperatore

OK

ESTRATTO DA PAGINA 65 – In assenza di altri valori di efficienza termica del recuperatore per portate di versa da quella nominale e quando la portata circolante è diversa da quella nominale, si assume come rendimento termico effettivo quello alla portata nominale ridotto del 10%.

Arch. Valentina Raisa

Continua

Regolazione

Nessuna regolazione

Fattore di efficienza della regolazione

Regolazione

Nessuna regolazione

Presenza - Bocchetta con rilevatore di presenza integrato
 Presenza - Modulo di regolazione della portata
 Presenza - Ventilatore a velocità variabile
 Movimento - Modulo di regolazione della portata
 Movimento - Ventilatore a velocità variabile
 CO2 - Modulo di regolazione della portata
 CO2 - Ventilatore a velocità variabile

da prospetto 11

- Ventilazione meccanica assicurata dall'impianto di riscaldamento nella stagione di riscaldamento
- Ventilazione meccanica assicurata dall'impianto di condizionamento nella stagione di raffrescamento

- Impianto di climatizzazione.
- Necessaria analisi progetto.

Free-cooling

Portata d'aria per raffrescamento notturno m³/h

- Tecnica possibile con un sistema di ventilazione ibrida.
- Necessaria analisi progetto.



Arch. Valentina Raisa

STEP 4 – Schermata ventilazione nella sezione Impianti – Aggiungi

Progetto

- Dati climatici
- Gestione zone
- Involucro
 - Elementi disperdenti
 - Zone termiche
 - PT Uffici
 - Vano Scala Uffici
 - capannone doppio volume
 - capannone blocco 2 piani DOP
 - P1 Uffici
 - P2 Uffici
 - SPACCIO
 - WC PT CAPANNONE
 - Mensa Capannone P1
 - Zone non riscaldate
- Impianti
 - Fattori di energia primaria
 - Riscaldamento
 - Raffrescamento
 - Acqua calda sanitaria
 - Ventilazione
 - Illuminazione
 - Fotovoltaico e usi elettrici
- Risultati di calcolo
- Verifiche dal 01/10/2015
- Verifiche fino al 01/10/2015
- Relazione dal 01/10/2015
- Relazione fino al 01/10/2015

Ventilatori

	Descrizione	q _{ve,N} [m³/h]	Q _{el} [kWh]	Q _{p,nren} [kWh]	Q _{p,ren} [kWh]
▶ 1	Ventilatore 1	0,0	0,0	0,0	0,0

Cliccato AGGIUNGI appare la riga 1 con la scritta ventilatore 1.



	Zona	q _{ve,sup} [m³/h]	q _{ve,ext} [m³/h]	q _{ve,x} [m³/h]	FCve
▶ 1	PT Uffici	0,0	0,0	0,0	1,00
2	Vano Scala Uffici	0,0	0,0	0,0	1,00
3	capannone doppio volume	5400000,0	5400000,0	3379,6	1,00
4	capannone blocco 2 piani DOPPIOVOLUME	1800000,0	1800000,0	0,0	1,00

Arch. Valentina Raisa

STEP 5 – Nella colonna di sinistra Cliccare sul + accanto a sinistra di ventilazione. Apparirà la scritta Ventilatore 1. Cliccare su Ventilatore 1 ed appare una nuova schermata dove inserire i dati.

Riscaldamento
 Raffrescamento
 Acqua calda sanitaria
 Ventilazione
 Illuminazione
 Fotovoltaico e usi elettrici

Descrizione: Ventilatore 1

Perdite di esfiltrazione

Tipo di condotte:

Pressione: Bassa pressione Media pressione

Pressione in uscita dal ventilatore: Pa

Portata di massa di esfiltrazione: m³/h m²

Classe di tenuta delle condotte:

Superficie interna del condotto: m²

Portata nominale del ventilatore: m³/h

Potenza nominale del ventilatore: W

Appendice A.4.4

	q _{ve} [m³/h]	q' _{ve} [m³/h]	Frazione portata	Frazione potenza	W _{ve,el} [W]	Q _{ve,el} [kWh]	Q _{p,nren} [kWh]	Q _{p,ren} [kWh]
▶ Valori costanti								
gennaio	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
febbraio	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
marzo	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
aprile	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
maggio	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
giugno	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
luglio	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
agosto	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
settembre	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
ottobre	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
novembre	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
dicembre	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
TOTALE						0,0	0,0	0,0

W_{ve,el}
Potenza elettrica, alla portata di progetto

Riscaldamento
 Raffrescamento
 Acqua calda sanitaria
 Ventilazione

- Ventilatore 1

 Illuminazione
 Fotovoltaico e usi elettrici

Celle editabili



Arch. Valentina Raisa

STEP 6 – Scelta dei dati

Tipo di condotte

Rettangolari metalliche

Circolari metalliche

Non metalliche in materiale preisolato

La portata di massa di esfiltrazione viene calcolata automaticamente, secondo la UNI TS 11300-2.



Descrizione Ventilatore 1

Perdite di esfiltrazione

Tipo di condotte

Classe di tenuta delle condotte

Pressione

Bassa pressione Media pressione

Pressione in uscita dal ventilatore Pa

Portata di massa di esfiltrazione m³/h m²

Superficie interna del condotto m²

Classe di tenuta delle condotte

Classe A

Classe B

Classe C

Prospetti
C.1/C.2/C.3

Pressione

Bassa: 300 Pa

Media: 1200 Pa

Prospetto C.4



Arch. Valentina Raisa



Appaiono le diciture secondo UNI TS 11300-1:2014.
(nell'analisi degli impianti si fa riferimento alla portata effettiva, se c'è un impianto di ventilazione meccanica)

Dati generali Portate Condotte Altri dati

Tipo di impianto Ventilazione meccanica bilanciata

Dispositivi presenti: Recuperatore di calore Recircolamento aria Umidificazione

Ventilazione meccanica effettiva

Trascure portate addizionali di infiltrazione

Ricambi d'aria a 50 Pa n50 1/h

Coefficiente di esposizione al vento e

Coefficiente di esposizione al vento f

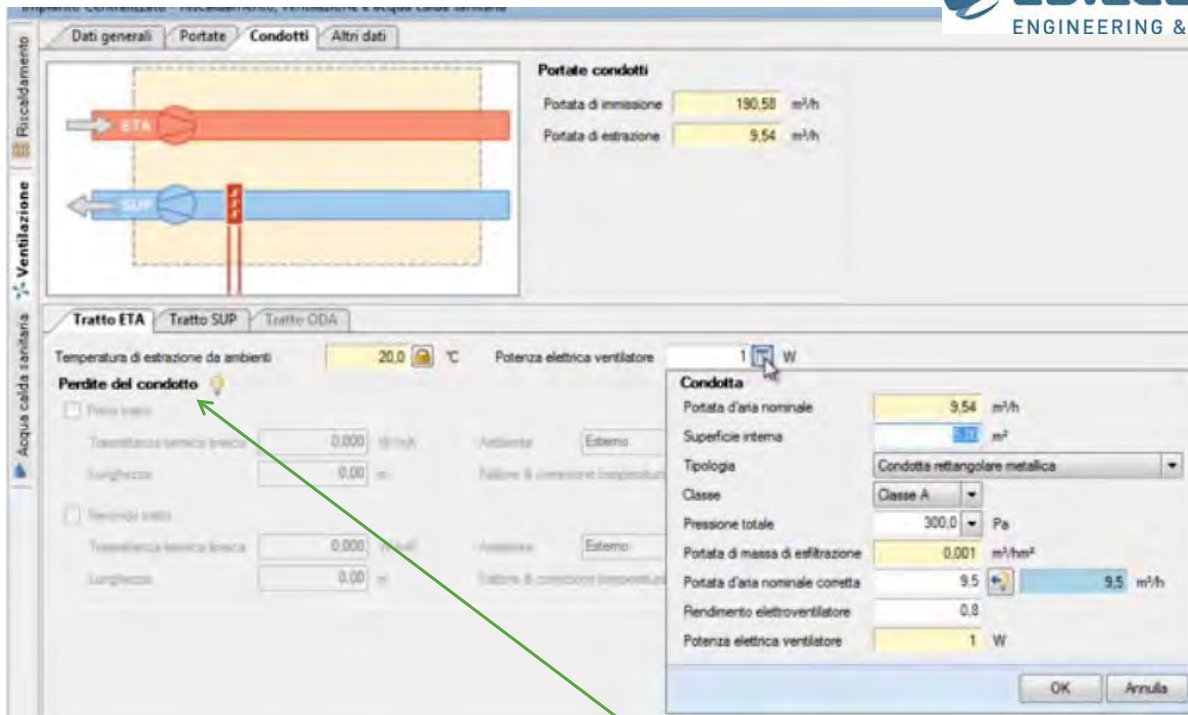
Ricambi d'aria medio per ventilazione meccanica

Fattore di efficienza della regolazione FCve

Ore di funzionamento dell'impianto Hf

Rendimento termale recuperatore

Arch. Valentina Raisa



Sono analizzate le caratteristiche dei condotti, ove presente del recuperatore di calore (sotto la voce «tratto ODA») e, se prevista del raffrescamento/deumidificazione (sotto la voce «altri dati»).

133
Arch. Valentina Raisa

La VMC può costituire un valido intervento di miglioramento della prestazione energetica di un edificio?

Decreto 26 giugno 2015

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici

Art. 4 – Disposizioni minime

«Ogni APE riporta inoltre le informazioni correlate al miglioramento della prestazione energetica, quali

- Gli incentivi di carattere finanziario
- Opportunità di eseguire diagnosi energetiche

Dal 1 ottobre 2015: la tecnologia standard dell'edificio di riferimento per la ventilazione è:



Ventilazione meccanica a semplice flusso per estrazione nel rispetto dei requisiti di cui alla tabella 9 dell'appendice A, all'allegato 1 del DM requisiti minimi.
(cioè la tabella dei fabbisogni di energia elettrica specifici per m³ di aria movimentata)

Arch. Valentina Raisa

Ventilazione dell'edificio di riferimento

Decreto 26 giugno 2015
– APPENDICE A

1 – Parametri dell'edificio di riferimento

1.2.3 - Fabbisogni energetici di ventilazione

- 1) Con la VMC: portata reale = portata edificio di riferimento
- 2) Nell'edificio di riferimento si assumono i fabbisogni specifici di energia elettrica per la ventilazione di tabella 9.

TABELLA 9 - Tipologia di impianto	E_{ve} [Wh/m ³]	
Ventilazione meccanica a semplice flusso per estrazione	0,25	SPI
Ventilazione meccanica a semplice flusso per immissione con filtrazione	0,30	
Ventilazione meccanica a doppio flusso senza recupero	0,35	
Ventilazione meccanica a doppio flusso con recupero recupero	0,50	
UTA: rispetto regolamenti attuativi delle 2009/125/CE e 2010/30/CE		SPF

Arch. Valentina Raisa

I requisiti minimi dell'edificio di riferimento.

Cosa altro sapere?

Decreto 26 giugno 2015
– ALLEGATO 1

5 – Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici esistenti sottoposti a riqualificazione energetica

5.3.5 - Impianti di ventilazione

In caso di **nuova installazione, sostituzione o riqualificazione** di impianti di ventilazione, i nuovi devono rispettare i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi delle direttive [2009/125/CE](#) e [2010/30/UE](#). I nuovi apparecchi devono avere almeno le stesse caratteristiche tecnico funzionali di quelli sostituiti e permettere il rispetto dei requisiti normativi d'impianto previsti dalle norme UNI e CEI vigenti.

Prodotti che rispettano l'**Ecodesign**

Arch. Valentina Raisa

Dal 1 ottobre 2015: più attenzione nei confronti della ventilazione, come servizio energetico presente.

Infatti: più l'edificio è isolato, più diminuiscono le perdite per trasmissione ed iniziano ad essere più evidenti quelle per ventilazione.

Non è possibile rinunciare alla ventilazione degli ambienti!

E' quindi importante imparare a progettare e a gestirla accuratamente.

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
 CODICE IDENTIFICATIVO: L01.2015 VALIDO FINO: 02/10/2025

DATI GENERALI

Destinazione d'uso
 Residenziale
 Non residenziale

Oggetto dell'attestato
 Intero edificio
 Unità immobiliare
 Gruppo di unità immobiliari

Nuova costruzione
 Passaggio di proprietà
 Locazione
 Ristrutturazione importante
 Riqualificazione energetica
 Altro:

Classificazione D.P.R. 412/93:
 E1(I) = abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

Dati identificativi

Regione:
 Comune:
 Indirizzo:
 Piano: T
 Interno:
 Coordinate GIS: Lat: 38°54'30" Long: 16°44'32"

Zona climatica: C
 Anno di costruzione:
 Superficie utile riscaldata (m²): 104.20
 Superficie utile raffrescata (m²): 0.00
 Volume lordo riscaldato (m³): 388.33
 Volume lordo raffrescato (m³): 0.00

Comune catastale: ...to Marina Sezione: ... Foglia: 11 Particella: 673

Servizi energetici presenti

Climatizzazione invernale
 Climatizzazione estiva
 Ventilazione meccanica
 Prod. acqua calda sanitaria
 Illuminazione
 Trasporto di persone o cose

Arch. Valentina Raisa

La VMC può essere sgravata fiscalmente?

NON ESISTE UNA VOCE SPECIFICA DEDICATA ALLA VMC. Possibilità:

EDIFICI NUOVI



Occorre che rientri nel computo delle tecnologie necessarie affinché il fabbisogno dell'abitazione sia inferiore al 50% dell'Epi limite.

EDIFICI ESISTENTI



- **Riqualificazione energetica:** Occorre che rientri nel computo delle tecnologie necessarie affinché il fabbisogno dell'abitazione sia inferiore al 20% dell'Epi limite.
- **Ristrutturazione:** se in classe A+ rientra tra i grandi elettrodomestici le cui spese possono essere sgravate del 50% fino al 31/12/2016.

Arch. Valentina Raisa

Per saperne di più... importante consultare le guide ANIT e le guide scaricabili dal sito dell'Agenzia delle Entrate.

	2013	2014	2015	2016
RIQUAL. ENERGETICA	55% al 5/6/13	65% Dal 6/6/13		36% Dal 1/1/16
RIQUAL. ENERGETICA CONDIMINIO *	55% al 5/6/13	65% Dal 6/6/13		36% Dal 1/1/16
RISTRUTTURAZ. EDILIZIA	50%			36% Dal 1/1/16

* per interventi relativi a parti comuni degli edifici condominiali di cui agli articoli 1117 e 1117-bis del codice civile o che interessino tutte le unità immobiliari di cui si compone il singolo condominio.

prorogato

Arch. Valentina Raisa

Stima dei benefici dei sistemi di ventilazione controllata nel calcolo della prestazione energetica

FOCUS: dispersioni per ventilazione nella certificazione energetica. Esempio.

-- Selezionare --

- Nessuno
- Coibentazione copertura
- Coibentazione pavimenti-solai
- Sostituzione serramenti
- Sostituzione generatore di calore
- Adeguamento sistema distribuzione
- Adeguamento sistema emissione - terminali
- Adeguamento sistema di regolazione
- Coibentazione strutture Opache verticali
- Altro

In: quaderni di legislazione tecnica **02/2014**.

 **Legislazione Tecnica**

Emerge che:

- In un A.P.E. del 2014 non emergono i benefici energetici della VMC rispetto all'aerazione;
- La VMC non risulta come un intervento migliorativo.

» Eventuali Interventi Migliorativi del sistema Edificio/Impianti

Tipo di intervento migliorativo (*) -- Selezionare --

Emissione CO₂ risparmiato (Kg/anno)

Stima ritorno investimento(anni) (*)

Energia Primaria risparmiata (kWh/m²/anno)

Arch. Valentina Raisa

Edificio oggetto dell'esempio di calcolo.

FOCUS: dispersioni per ventilazione e certificazione energetica. Esempio.



Dati:

- Sup. app. 110 m²
- piano terreno
- Pavullo nel Frignano (MO) 3348 GG

Figura 3: dettaglio della parete esterna ad est dell'appartamento oggetto dell'intervento. A sinistra: situazione prima della realizzazione del cappotto termico; a destra: situazione dopo la realizzazione del cappotto termico, la cui presenza ha coperto gli architravi delle finestre in mattone faccia a vista visibili nell'immagine di sinistra.

141
Arch. Valentina Raisa

142/88

I calcoli secondo la UNI TS 11300:2008. Alcune schermate

FOCUS: dispersioni per ventilazione e certificazione energetica. Esempio.

Ricambi d'aria

Ventilazione: Naturale - ricambio d'aria noto

Potenza invernale n_{p,H}: 0,50 Vol/h

Energia invernale n_{e,H}: 0,30 Vol/h

Energia estiva n_{e,C}: 0,30 Vol/h

Ricambi d'aria

Ventilazione: Meccanico - portata d'aria UNI 10339

Potenza invernale n_{p,H}: 0,58 Vol/h

Energia invernale n_{e,H}: 0,58 Vol/h

Energia estiva n_{e,C}: 0,58 Vol/h

appartamento di riferimento - Pavullo nel Frignano

Zona: 1 Descrizione: appartamento di riferimento - Pavullo nel Frignano

Categoria DPR 412: E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con quali abitazioni civili e rurali.

Apporti interni: 3,58 W/m²

Fattore di ripresa fRH: 4 W/m²

Dati ventilazione meccanica

	Invernale	Estivo
Rendimento recuperatore nr	0,80	0,00
Ore di funzionamento hF	24,0	24,0 h
Tipo regolazione portata k	0,60	1,0

Caratteristiche dimensionali (rendi modificabile)

Superficie in pianta	netta	110,00	lorda	115,25	m ²
Volume	netto	324,50	lordo	348,15	m ³
Numero di appartamenti		1			
Superficie esterna lorda		318,23	m ²	(con strutture tipo N)	
Superficie esterna lorda		271,85	m ²	(senza strutture tipo N)	
Rapporto S/V		0,78	m ⁻¹		

Arch. Valentina Raisa

Configurazione studiata	n, tasso di ventilazione riferito alla configurazione studiata [h ⁻¹]	EP _{tot} [kWh/m ²]	Classe Energetica risultante	ΔkWh rispetto al caso 2	CO ₂ risparmiata rispetto al caso 2 [kg]
1 Appartamento esistente	0,3 (da UNI TS 11300-1)	170,44	F	+ 43,06	-
2 Esistente + cappotto termico da progetto (RIFERIMENTO)	0,3 (da UNI TS 11300-1)	127,38	D	Risultato di riferimento	90,53 (rispetto al caso 1)
3 RIFERIMENTO + ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione/immissione PORTATA FISSA (k=1)	0,58 (da UNI 10339)	158,87	E	+ 31,49	in questi due casi si verificherebbe un peggioramento dei consumi energetici
4 RIFERIMENTO + ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione/immissione PORTATA VARIABILE (k=0,6)	0,35 (da UNI 10339*k)	132,81	E	+5,43	
5 RIFERIMENTO + ventilazione meccanica bilanciata con recuperatore di calore in controcorrente (η=0,8) PORTATA FISSA (k=1)	0,116 (da UNI 10339*η)	105,98	D	-21,4	45
6 RIFERIMENTO + ventilazione meccanica bilanciata con recuperatore di calore in controcorrente PORTATA VARIABILE (k=0,6)	0,07 (da UNI 10339*η*k)	100,90	D	-26,48	55,68

Tabella 2: risultati di calcolo per la valutazione della classe energetica dell'appartamento oggetto di indagine e delle emissioni di CO₂ relativi ad alcuni interventi migliorativi. Il valore del tasso di ventilazione in assenza di impianto meccanico è del tipo convenzionale; in caso di impianto meccanico

Configurazione studiata	n, tasso di ventilazione riferito alla configurazione studiata [h ⁻¹]	EP _{tot} [kWh/m ²]	Classe Energetica risultante	ΔkWh rispetto al caso di riferimento	CO ₂ risparmiata rispetto al caso di riferimento [kg]
1 Appartamento esistente (RIFERIMENTO)	1 (valore adattato all'utenza)	255,26	F	Risultato di riferimento	-
2 (RIFERIMENTO) + cappotto termico da progetto	1 (valore adattato all'utenza)	206,24	F	-49,02	103,6
3 RIFERIMENTO + cappotto termico + ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione/immissione PORTATA FISSA (k=1)	0,58 (da UNI 10339)	158,87	E	- 96,39	202,65
4 RIFERIMENTO + cappotto termico + ventilazione meccanica a flusso semplice per estrazione/immissione PORTATA VARIABILE (k=0,6)	0,35 (da UNI 10339*k)	132,81	E	- 122,45	257,44
5 RIFERIMENTO + cappotto termico + ventilazione meccanica bilanciata con recuperatore di calore in controcorrente (η=0,8) PORTATA FISSA (k=1)	0,116 (da UNI 10339*η)	105,98	D	-149,28	313,85
6 RIFERIMENTO + cappotto termico + ventilazione meccanica bilanciata con recuperatore di calore in controcorrente PORTATA VARIABILE (k=0,6)	0,07 (da UNI 10339*η*k)	100,90	D	-154,36	324,53

Tabella 3: risultati di calcolo per la valutazione della classe energetica dell'appartamento oggetto di indagine e delle emissioni di CO₂ relativi ad alcuni interventi migliorativi. Il valore del tasso di ventilazione in assenza di impianto meccanico è adattato all'utenza; in caso di impianto meccanico è da progetto, come

FOCUS: dispersioni per ventilazione e certificazione energetica. Esempio.

Arch. Valentina Raisa

Importanti considerazioni «quasi» finali

1 – il valore del tasso di ricambio dell'aria «n» associato all'assenza di ventilazione meccanica, pari a 0,3 h⁻¹ è arbitrario e non è associato a valutazioni sulla IAQ;

2 – ai fini della corretta gestione della IAQ, gli impianti di ventilazione meccanica sono dimensionati per favorire ricambi d'aria non inferiori a 0,5 h⁻¹;

3 – l'impianto meccanico, quindi, risulta «sfavorito», facendo confronti dei fabbisogni di EPI calcolati secondo la UNI TS 11300-1 tra edifici diversi con e senza ventilazione meccanica;

4 – le cose cambiano nettamente gestendo il valore del tasso di ricambio dell'aria «n» associato all'aerazione.

Arch. Valentina Raisa

Perché si parla di IAQ: Indoor Air Quality

- Trascorriamo oltre **90%** del tempo in spazi chiusi;
- Si utilizzano prodotti e materiali che possono emettere sostanze nocive;
- Non ci si può affidare alle infiltrazioni attraverso i serramenti per ricambiare l'aria;
- le **nuove leggi per il risparmio energetico** impongono limiti al fabbisogno energetico di riscaldamento, **che è dovuto in parte rilevante al processo di ventilazione.**



www.isiaq.org

Arch. Valentina Raisa

IAQ in Italia: Le linee guida del 2001

S.O. 252 alla G.U. 276 del **27 novembre 2001**, "Accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le province autonome sul documento concernente:

"Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati"

- ➔ Importanza della **qualità dell'aria** negli ambienti interni
- ➔ Effetti sulla **salute** e sul comfort ambientale
- ➔ **Sorgenti** di inquinanti dell'aria interna
- ➔ Aspetti strutturali e funzionali degli **edifici** connessi alla qualità dell'aria interna
- ➔ Strategie per la **prevenzione**

La Ventilazione quindi:

- è un **bisogno** fondamentale per l'uomo;
- è indispensabile conservare l'edificio
- **non** deve essere considerata un "onere";



- comporta un **fabbisogno energetico** che varia in funzione della tecnologia adottata;
- **NON SI PUO' PENSARE** di contenere i consumi energetici degli edifici riducendo le portate di ventilazione!!

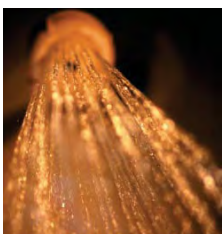
Arch. Valentina Raisa

148/88

Ventilare non è banale...

Inquinanti Percepibili

Odori



Umidità

Fumo di
tabacco
ambientale



Non percepibili

Composti
organici volatili



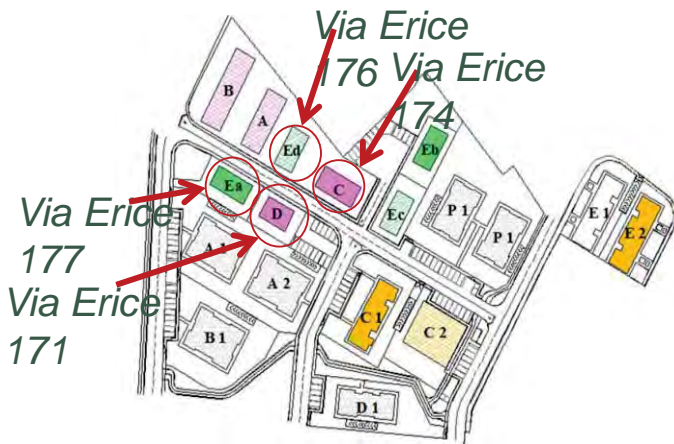
Allergeni
insetti,
animali,
pollini...



Radon

Arch. Valentina Raisa

Ed infatti tutto ciò è confermato dai monitoraggi:

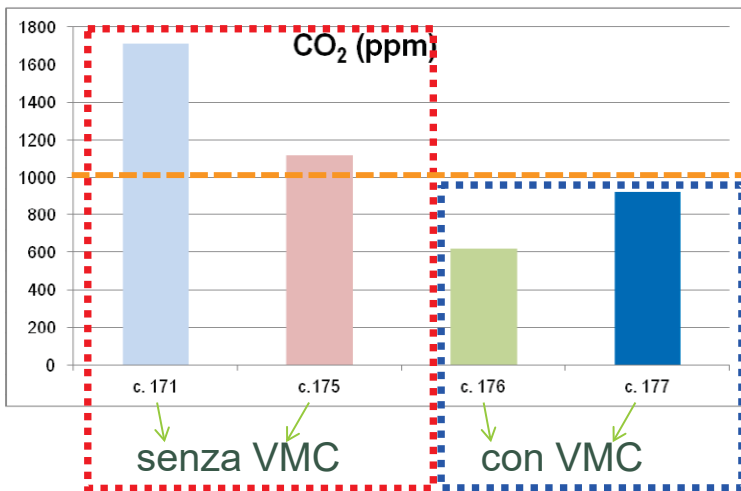


Nella stagione invernale sono stati monitorati:

T - UR - CO₂ - VOC - consumi energetici.

Arch. Valentina Raisa

Risultati (2013)



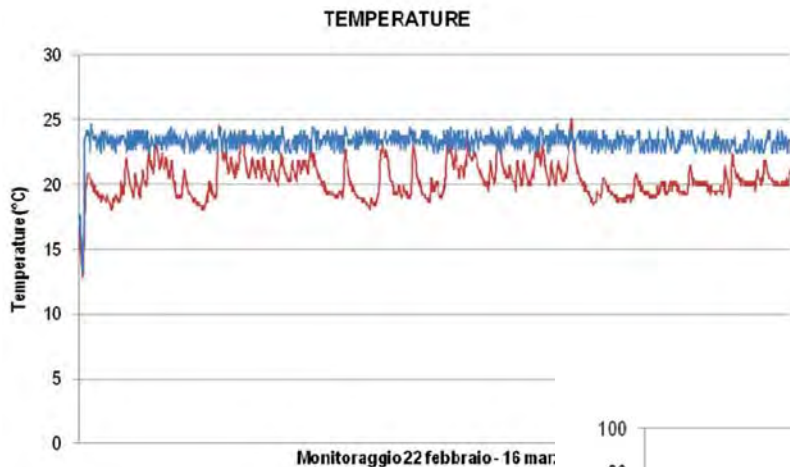
Ed inoltre sono confrontati per i soli civici 176 e 177 (con VMC) i consumi energetici PRE e POST intervento.



Riferimento appartamento	Quantità di energia complessiva	Quantità di energia per ACS	Quantità di energia per riscaldamento
	% RIDUZIONE POST INTERVENTO (monitoraggi)		
ED 176 – Int.4	52,96	69,32	50,24
ED 177 – Int.2	25,21	60,58	19,31
ED 177 – Int.6	38,27	83,98	30,65

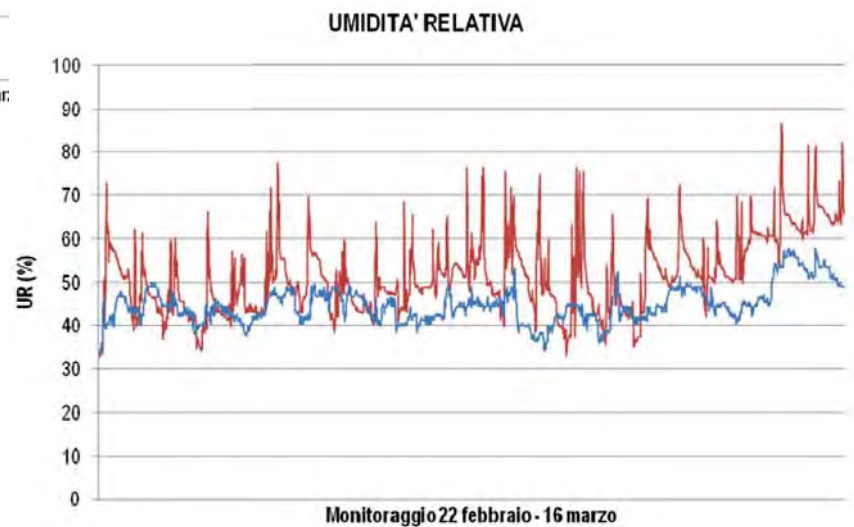
Arch. Valentina Raisa

Risultati (2013)



Rosso: appartamento senza VMC

Blu: appartamento con VMC



Arch. Valentina Raisa



**ORDINE
ARCHITETTI PPC**
PROVINCIA DI MODENA



**FONDAZIONE
ARCHITETTI**
PROVINCIA DI MODENA

**CORSO TECNICO-PRATICO
CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
SECONDO LE NUOVE NORME NAZIONALI
IN VIGORE DAL 1° LUGLIO 2015 E AGGIORNAMENTI 2016**

Grazie per l'attenzione.

valentina.raisa@sistene.it

AdNova
Energia e ambiente per il futuro

 **Sistene E.S.CO.**
Soluzioni per l'efficienza energetica e la sostenibilità

Arch. Valentina Raisa