

Comune di Favara

Agrigento

Lavori ristrutturazione edifici comunali adibiti a
scuole elementari

STRALCIO PLESSO VIA BERSAGLIERE URSO

PROGETTO ESECUTIVO OPERE COMPLETAMENTO

ALLEGATO N°

8.1.3

OGGETTO :

INTERVENTI DI MESSA A NORMA ED IMPIANTISTICA

MESSA A NORMA D.LGS. 81/08
Calcolo areazione e condizioni bioclimatiche

Visti:

Il progettista:

ORDINE DEGLI ARCHITETTI DELLA
PROVINCIA DI AGRIGENTO
Arch. CARMELO CARLINO
FAVARA
iscritto al n. 164 dell'Albo

Favara li

Kappa Progetti F.lli Carlino - Piazza Cavour, 63 - 92026 - Favara (AG) - Tel. 0922 419555 - Fax 0922 421115

INDICE

1.	CONDIZIONI MICROCLIMATICHE.....	2
1.1.	<u>Condizioni di temperatura interna: generalità</u>	2
1.2.	<u>Condizioni di temperatura interna: Calcolo del valore PVM.....</u>	5
1.2.1.	<u>Condizione di funzionamento invernale.....</u>	5
1.2.2.	<u>Condizione di funzionamento estivo.....</u>	6
1.3.	<u>Ventilazione – Criteri generali</u>	7
1.3.1.	<u>Calcolo e verifica dei ricambi naturali d'aria</u>	8

1. CONDIZIONI MICROCLIMATICHE

1.1. Condizioni di temperatura interna: generalità

Il microclima è per definizione l'insieme dei fattori fisici e fisiologici che condizionano gli scambi termici tra l'uomo e l'ambiente. Dalle condizioni microclimatiche dipende il benessere termico (comfort) dell'individuo che è lo stato in cui egli non avverte né freddo né caldo, ma esprime soddisfazione per la propria situazione termica. Il corpo umano ha una temperatura costante di circa **36 gradi C.**, condizione necessaria a garantire il regolare svolgimento di tutti i processi biochimici all'interno dell'organismo e quindi la vita stessa. Quando le condizioni ambientali sono variabili, l'organismo è in grado di mantenere costante la temperatura interna grazie all'attivazione di **meccanismi di termoregolazione**. L'intervento dei meccanismi termoregolatori è comunque un indice di disagio ed a lungo andare può dar luogo anche a disturbi o danni dell'organismo umano. In caso di temperature troppo basse i meccanismi di termoregolazione che si mettono in atto all'interno dell'organismo umano tendono ad aumentare la produzione di calore. Nel caso di funzionamento prolungato del sistema di termoregolazione nell'individuo possono insorgere disordini di lieve e media gravità che, nei casi più gravi, portano al blocco totale della capacità di mettere in atto tale meccanismo. Per queste motivazioni riesce molto importante che **nell'ambiente di lavoro siano presenti condizioni microclimatiche idonee** affinché il lavoratore possa operare in condizioni di benessere termico.

Per la valutazione della sensazione termica, la corrente letteratura tecnica e le vigenti disposizioni legislative, ha definito i seguenti parametri caratteristici:

- a) **TE** (temperatura effettiva): rappresenta il confronto tra l'effetto termico prodotto dalla stessa temperatura in un ambiente con aria ferma e umidità relativa del 100% e in quello sottoposto a indagine con i valori di umidità relativa e velocità dell'aria misurati. La TE è ricavata, con l'ausilio di opportuni grafici, dai valori dei due termometri dello psicrometro e dalla velocità dell'aria. Da queste tabelle sono state anche ricavate le cosiddette **zone di benessere termico** che per l'estate vanno da 19° a 23,6° e per l'inverno da 17,4° a 22°;
- b) **TEC** (temperatura effettiva corretta) : simile alla precedente con l'introduzione della temperatura del globotermometro al posto di quella del termometro a bulbo asciutto. Viene utilizzata negli ambienti dove si riscontrino più elevati indici di radiazione termica. I limiti proposti sono 30°TE o TEC per lavoro sedentario, 28° per lavoro moderato, 26° per lavoro pesante. Questi limiti possono essere aumentati di 2° per soggetti acclimatati ed allenati.
- c) **PMV** (predicted mean vote) e **PPD** (predicted percentage of dissatisfied): il primo rappresenta il valore medio della sensazione soggettiva di benessere (o meno) termico, la seconda, strettamente correlata, è la predizione della percentuale delle persone insoddisfatte. La valutazione di questi indici, noti come indici di Fanger si basa sulle seguenti formule:

$$PVM = (0.303 e^{0.036M} + 0.0275)L$$

$$PPD = 10 - [95 e^{(0.03353 PVM + 0.2179 PVM)^4}]^{1/2}$$

Dove:

M= metabolismo in W/m² o in "met" [metabolismo/unità termica di dispersione del calore metabolico]

L= carico termico legato alle seguenti variabili: temperatura dell'aria, temperatura media radiante, velocità dell'aria, pressione parziale di vapore e resistenza termica del vestiario in "clo", caratteristiche geometriche espresse in volumetria del locale.

La sperimentazione tecnica ha consentito di individuare i seguenti valori di "met" e di "clo":

Valore "met"	Equivalenza [Kcal/mq/h]	Tipologia di attività
1	50	sedentaria
4	200	Lavoro leggero
7	350	Lavoro moderato
10	500	Lavoro pesante

Valore "clo"	Tipologia di vestiario
0	Uomo nudo
0,5	Abito leggero
1,2	Abito pesante
3-4	Abito zone polari

Sulla base delle sperimentazioni condotte sia in Italia che in Francia è stato possibile determinare che un ambiente viene ritenuto accettabile per valori di PMV ± 0,5 e corrispondente PPD = 10% come si evince dalla seguente tabella di correlazione.

PMV	PPD		
	sensazione di freddo	sensazione di caldo	Totale
-2.0	76.4%		76.4%
-1.5	52.0%		52.0%
-1.0	26.8%		26.8%
-0.9	22.5%		22.5%
-0.8	18.7%	0.1%	18.8%
-0.7	15.3%	0.2%	15.5%
-0.6	12.4%	0.3%	12.7%
-0.5	9.9%	0.4%	10.3%
-0.4	7.7%	0.6%	8.3%
-0.3	6.0%	0.9%	6.9%
-0.2	4.5%	1.3%	5.8%
-0.1	3.4%	1.8%	5.2%
0	2.5%	2.5%	5.0%
0.1	1.8%	3.4%	5.2%
0.2	1.3%	4.5%	5.8%
0.3	0.9%	5.9%	6.8%
0.4	0.6%	7.7%	8.3%
0.5	0.4%	9.8%	10.2%
0.6	0.3%	12.2%	12.5%
0.7	0.2%	15.2%	15.4%
0.8	0.1%	18.5%	18.6%
0.9		22.2%	22.2%
1.0		26.4%	26.4%
1.5		51.4%	51.4%
2.0		75.7%	75.7%

Tutti gli indici finora descritti, ed altri di uso più specialistico, ossia perché relativi ad ambienti con microclima severo, sono validi per esprimere le condizioni microclimatiche di un determinato ambiente; non possono però essere considerati assoluti, in quanto esiste una notevole variabilità individuale nelle risposte adattative a diverse condizioni climatiche. E' pertanto estremamente difficile fissare dei limiti ambientali per le varie attività lavorative in quanto, oltre alla diversa sensibilità individuale, riveste grande importanza l'acclimatazione e l'allenamento.

Se anche non è possibile determinare una situazione microclimatica che soddisfi in assoluto tutti i lavoratori, è necessario stabilire valori limite dei parametri microclimatici che consentano di avere il maggior numero possibile di persone soddisfatte. In generale si considerano adeguati per l'uomo valori di temperatura in inverno intorno ai 20°C. ed in estate dagli 8 ai 3°C. in meno della temperatura esterna, in funzione di un tempo di permanenza nel locale più o meno lungo; per quanto riguarda l'umidità relativa si cerca di mantenerla nel campo tra il 40% e l'80% al fine di evitare l'essiccamento delle vie respiratorie o la condensa sulle superfici fredde (finestre) dei

locali. La velocità dell'aria negli ambienti di lavoro deve essere mantenuta al di sotto dei 0,2 m/s, valore al di sopra del quale viene avvertita una sensazione di fastidio.

Di seguito viene riportato il calcolo dei valori di PVM relativi ai diversi ambienti che compongono il plesso scolastico in esame.

1.2. Condizioni di temperatura interna: Calcolo del valore PVM

Il calcolo viene effettuato nelle condizioni di funzionamento invernale ed estivo. In particolare per il funzionamento invernale il calcolo viene condotto per tutte le tipologie d'uso dei locali presenti all'interno del plesso scolastico. Per quanto attiene alle condizioni di funzionamento estivo il calcolo viene condotto esclusivamente per i locali a destinazione ufficio (segreterie e direzione).

1.2.1. Condizione di funzionamento invernale

Il calcolo viene effettuato per le aule più sfavorite sia a piano terra che a piano primo, e facendo riferimento ad un valore di temperatura interna pari a 20°C. Il tempo di permanenza nei locali (aule) è stato assunto pari a 5 ore.

TABELLA CALCOLO PVM

Condizione di funzionamento invernale

(piano terra)

Locale	volume [mc]	valore "L"	valore "met" [W/mq]	valore "clo"	PVM
Aula 1	132,81	1,30	4	1,2	0,480
Direzione	131,28	1,25	4	1,2	0,461
Sala riunioni (loc.18)	273,11	1,20	4	1,2	0,443
Refertorio	186,35	1,10	7	1,2	0,441

TABELLA CALCOLO PVM

Condizione di funzionamento invernale

(piano primo)

Locale	volume [mc]	valore "L"	valore "met" [W/mq]	valore "clo"	PVM
Aula 32	132,81	1,30	4	1,2	0,480
Sala professori	167,08	1,20	1	1,2	0,408
Laboratorio (loc.49)	168,15	1,10	7	1,2	0,441
Laboratorio (loc.43)	146,88	1,10	7	1,2	0,441

Dal calcolo si evince come il valore del PVM risulta sempre compreso tra $\pm 0,50$ il che consente condizioni microclimatiche ottimali. I valori del parametro "L" sono stati ottenuti considerando i seguenti fattori aggiuntivi: a) velocità dell'aria $V=0,1$ m/s (ventilazione naturale); b) umidità interna dei locali 50% al fine di non richiedere l'adozione di umidificatori; c) impianto di riscaldamento costituito da elementi radianti in ghisa; d) infissi in alluminio con vetri termoacustici isolanti (vetrocamera) del tipo semidoppio.

1.2.2. Condizione di funzionamento estivo

Il calcolo viene effettuato facendo riferimento ad un valore di temperatura interna pari a 25°C corrispondente ad un $\Delta T=5$ °C rispetto al valore medio di temperatura esterna assunto in 30°C. Tale scelta risulta condizionata dal tempo di permanenza nei locali da parte del personale addetto che è stato mediato in 7 ore.

TABELLA CALCOLO PVM

Condizione di funzionamento estiva

(piano terra)

Locale	volume [mc]	valore "L"	valore "met" [W/mq]	valore "clo"	PVM
Direzione	131,28	1,25	1	0,5	0,425
Segreteria loc.19	62,57	1,25	1	0,5	0,425
Segreteria loc.20	82,90	1,25	1	0,5	0,425
Segreteria loc.23	80,03	1,25	1	0,5	0,425
Sala riunioni (loc.18)	273,11	1,45	1	0,5	0,493

Condizione di funzionamento estiva

(piano primo)

Locale	volume [mc]	valore "L"	valore "met" [W/mq]	valore "clo"	PVM
Sala professori	167,08	1,25	1	0,5	0,425
Saletta riunioni	82,76	1,25	1	0,5	0,425

Dal calcolo si evince come il valore del PVM, per i locali occupati durante il periodo estivo (luglio-settembre) risulta sempre inferiore a $\pm 0,50$ il che consente condizioni microclimatiche ottimali. I valori del parametro "L" sono stati ottenuti considerando i seguenti fattori aggiuntivi: a) velocità dell'aria $V=0,10$ m/s; b) sistema di condizionamento autonomo in grado di garantire il ΔT di progetto; c) umidità interna dei locali 50% al fine di non richiedere l'adozione di deumidificatori da aggiungere al sistema di condizionamento.

1.3. Ventilazione – Criteri generali

I problemi di una cattiva qualità dell'aria all'interno degli ambienti sono andati accentuandosi dalla metà degli anni settanta, in particolare in seguito all'emanazione della legge 373/76. Per contenere i consumi energetici, si sono sviluppate e privilegiate soluzioni edilizie a forte contenimento energetico, a scapito dei ricambi d'aria. Negli ultimi anni inoltre si sono scoperte particolari patologie legate alla permanenza continuativa in ambienti tradizionalmente ritenuti a basso rischio di inquinamento di origine interna, come uffici, alberghi, comunità, scuole ed anche abitazioni. La constatazione che la maggior parte degli edifici scolastici non presenta impianti dedicati al ricambio dell'aria degli ambienti, nonostante buona parte di tali opere siano stati realizzate successivamente all'entrata in vigore del DM 18.12.75 *Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica*, ha spinto i ricercatori del settore e di conseguenza il legislatore nazionale ad approfondire gli aspetti legati alla ventilazione delle aule scolastiche.

Il riferimento legislativo più pregnante è il già citato DM 18.12.75, esplicitamente richiamato anche dalla più recente norma UNI 10339 *Impianti aerulici a fini di benessere*. La differenza fondamentale di impostazione tra i due documenti consiste nel fatto che il DM 18.12.75 assegna le portate d'aria di ventilazione (tabella 1) in termini di coefficienti di ricambio, quindi con una semplice dipendenza dal volume totale dell'ambiente, trascurando l'effettiva occupazione degli stessi: tale calcolo, basandosi su una occupazione media dei locali, non può che prevedere un ricambio d'aria medio, ovvero sovradimensionato in caso di bassa occupazione dei locali ed insufficiente in condizioni di sovraffollamento. La norma UNI 10339 assegna invece delle portate di aria esterna per persona (tabella 2), lasciando d'altra parte al DM il compito di stabilire la densità di affollamento.

Tabella 1

Tipo di scuola	Coefficiente di ricambio (vol/ora)
Scuola elementare	2,5
Scuola media inferiore	3,5
Scuola media superiore	5

Tabella 2

Tipo di scuola	Portata d'aria in m³/h/persona
Scuola elementare	18
Scuola media inferiore	21
Scuola media superiore	24

Nonostante la norma UNI 10339 riservi esplicitamente la priorità di indirizzo al DM 18.12.75, si osservano alcune incongruità tra i due documenti, causate dalla diversa

modalità di valutazione dell'affollamento: mantenendo fissi gli indici standard di superficie netta per alunno stabiliti dal DM 18.12.75, per le scuole medie superiori risulta maggiore la portata di aria esterna prevista dal DM, mentre per le scuole elementari e medie inferiori il valore maggiore è richiesto dalla norma UNI.

Mentre da un punto di vista giuridico non si può che riconoscere la superiorità della legge, in termini tecnici si evidenzia come la norma UNI sia un riferimento più appropriato nel caso (peraltro poco probabile) di locali sovradimensionati rispetto al numero di utenti. Le indicazioni del DM 18.12.75 e della norma UNI 10339 non sembrano infatti lasciare dubbi: la prassi progettuale corrente, purtroppo, come testimoniano la maggior parte degli edifici esistenti, compreso quello in esame, è quella di affidare il ricambio dell'aria all'apertura dei serramenti ad ogni cambio di lezione, confidando sulla mancanza di diffuse sensazioni di scarsa qualità dell'aria.

1.3.1. Calcolo e verifica dei ricambi naturali d'aria

Nel valutare però la qualità dell'aria di un ambiente, non si deve trascurare la capacità di adattamento dell'organismo umano, soprattutto nei confronti dei bioeffluenti di origine corporea, nei primi 15 minuti di permanenza nel locale. La sensazione che conta non è quella di chi rimane in un'aula, adattandosi alle modificazioni della qualità dell'aria: è molto più significativa la sensazione (quasi sempre di disagio) di chi entra in un'aula occupata da tempo provenendo dall'esterno o da un ambiente con minori concentrazioni di inquinanti. Per offrire alcuni riferimenti oggettivi, è stato adottato un semplice algoritmo di calcolo proposto dalla corrente letteratura tecnica, che simula gli andamenti della concentrazione di CO₂ e del tasso di umidità relativa all'interno di un'aula scolastica, in presenza o meno di sistemi di ventilazione. La relazione utilizzata per il calcolo è la seguente: data una sorgente interna di inquinante con emissione costante q (l/s), in presenza di una costante concentrazione di inquinante nell'aria esterna C_0 (l/m³) in condizioni di miscelamento perfetto, e con costante portata di aria immessa in ambiente G (m³/s), la concentrazione interna di un contaminante C (l/m³) all'istante t (s) è data dall'espressione:

$$C(t)-C_0 = q(1-\exp(-nt))/G$$

dove:

n = numero di ricambi orari per unità di tempo (s-1).

Per semplicità, si sono mantenute costanti le caratteristiche dell'aria esterna:

T = 0°C

U.R. = 80 %

CO (CO₂) = 350 ppm

La portata di aria esterna per infiltrazioni, verificata come da appendice C della norma UNI 10344, è stata assunta pari a 0,1 volumi/ora, ipotizzando serramenti a tenuta. Nel calcolo, ai fini di un maggior grado di sicurezza, è stato trascurato il contributo delle infiltrazioni. La produzione di CO₂ all'interno degli ambienti è stata assunta pari a 19 l/h/persona. Trascurando il carico inquinante degli arredamenti e delle finiture, che per le aule scolastiche può essere assunto pari a 1,3 olf/persona (1 olf è l'inquinamento dell'aria provocato da una persona normale, cioè da un adulto che svolge un'attività sedentaria in un ufficio o in un locale simile, in condizioni di benessere termico e con uno standard igienico equivalente a 0,7 bagni/giorno). Nel caso in esame si è considerato inoltre l'apporto dato al ricambio dagli infissi a wasistas che il progetto prevede di installare.

Sulla base delle suddette considerazioni, considerando le effettive caratteristiche geometriche degli infissi e delle aule prese in esame, sono stati elaborati i dati riportati nelle Tab.2 e 3 dai quali si evince come i valori del ricambio naturale d'aria risultano di gran lunga superiori a quelli minimi previsti dal DM 18.12.75 per la tipologia di scuola in esame (2,5 vol/h). Inoltre, i valori estremamente bassi dei volumi da affidare alla ventilazione ausiliaria consentono di adottare una tipologia naturale costituita da griglie di ventilazione collegate con l'esterno. I valori negativi del volume di ventilazione ausiliaria ΔV_u si associano alla condizione che non occorre adottare alcuna tipologia di ventilazione ausiliaria per i relativi vani interessati.

CALCOLO VOLUMI DI VENTILAZIONE NATURALE E RICAMBIO D'ARIA

EDIFICIO:	Scuola
COMUNE	Favara (Ag)
Ubicazione	via Bersagliere Urso
Piano	terra

tab.2

Vano	Dati geometrici e superfici del vano							Calcolo cubi d'aria			Apporti ventilazione naturale da infissi				Verifica	Ventilazione ausiliaria		
	Dimensioni			Superfici vano/infissi e volumi				λ_e	N_a	C_{as}	C_{at} ($N_a * C_{at}$)	V_{ns}	V_{ni}	V_{niw}	V_{nt} ($V_{ni} + V_{niw} + V_{nt}$)	(DM 18/2/75) $R_{inf} = V_{nt} / V_u$	ΔV_u ($C_{at} - V_{nt}$)	S_{va}
[utilizzazione]	a [m]	b [m]	h [m]	S_u [mq]	V_u [mc]	S_i [mq]	S_{iw} [mq]		[n°]	[mc/ab.h]	[mc/h]	[mc/h]	[mc/h]	[mc/h]	[mc/h]	[n°]	[mc/h]	[mq]
Aula 1	6,25	6,25	3,40	39,06	132,81	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,41	354,60	486,00	907,01	7	217,99	0,61
Aula 2	6,25	6,20	3,40	38,75	131,75	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	65,88	354,60	486,00	906,48	7	218,53	0,61
Aula 3	6,10	6,42	3,40	39,16	133,15	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,58	354,60	486,00	907,18	7	217,82	0,61
Aula 4	6,10	6,50	3,40	39,65	134,81	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	67,41	354,60	486,00	908,01	7	217,00	0,60
Aula 5	6,10	6,40	3,40	39,04	132,74	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,37	354,60	486,00	906,97	7	218,03	0,61
Aula 7	6,20	6,60	3,40	40,92	139,13	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	69,56	354,60	486,00	910,16	7	214,84	0,60
Aula 8	6,20	6,60	3,40	40,92	139,13	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	69,56	354,60	486,00	910,16	7	214,84	0,60
Aula 9	6,20	6,60	3,40	40,92	139,13	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	69,56	354,60	486,00	910,16	7	214,84	0,60
Aula 10	6,20	6,60	3,40	40,92	139,13	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	69,56	354,60	486,00	910,16	7	214,84	0,60
Aula 16	5,85	8,15	3,40	47,68	162,10	7,88	2,70	0,50	25	45	1125	81,05	709,20	972,00	1762,25	11	-637,25	-1,77
Aula 18	12,65	6,35	3,40	80,33	273,11	3,30	1,13	1,00	25	45	1125	273,11	297,00	406,80	976,91	4	148,09	0,41
segreteria (loc.19)	4,28	4,30	3,40	18,40	62,57	2,66	0,91	0,50	4	45	180	31,29	239,40	327,60	598,29	10	-418,29	-1,16
segreteria (loc.20)	5,67	4,30	3,40	24,38	82,90	2,66	0,91	0,50	4	45	180	41,45	239,40	327,60	608,45	7	-428,45	-1,19
segreteria (loc.23)	3,76	6,26	3,40	23,54	80,03	1,97	0,68	0,50	4	45	180	40,01	177,30	243,72	461,03	6	-281,03	-0,78
refertorio (*)	8,70	6,30	3,40	54,81	186,35	3,30	1,13	1,00	40	45	1800	186,35	297,00	406,80	890,15	5	909,85	2,53
Direzione (loc.6)	6,33	6,10	3,40	38,61	131,28	3,94	1,35	0,25	4	45	180	32,82	354,60	486,00	873,42	7	-693,42	-1,93

(*) inserzione di aspiratore per ventilazione forzata

Relativamente al refertorio, ove il valore di ventilazione ausiliaria risulta elevato, viene prevista la inserzione di un sistema di ventilazione forzata con elettroventola.

CALCOLO VOLUMI DI VENTILAZIONE NATURALE E RICAMBIO D'ARIA

EDIFICIO:	Scuola
COMUNE:	Favara (Ag)
Ubicazione:	via Bersagliere Urso
Piano:	primo

tab.3

Vano [utilizzazione]	Dati geometrici e superfici del vano							λ_e	Calcolo cubi d'aria			Apporti ventilazione naturale da infissi				Verifica (DM 18/2/75) $R_{nh} = V_{nt}/V_u$ [n°]	Ventilazione ausiliaria	
	Dimensioni			Superfici vano/infissi e volumi					N_a	C_{as}	C_{at} ($N_a * C_{as}$)	V_{ns}	V_{ni}	V_{niw}	V_{nt} ($V_{ns} + V_{ni} + V_{niw}$)		ΔV_v ($C_{at} * V_{nt}$)	S_{va}
	a [m]	b [m]	h [m]	S_u [mq]	V_u [mc]	S_i [mq]	S_{wi} [mq]											
Aula 32	6,25	6,25	3,40	39,06	132,81	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,41	354,60	486,00	907,01	7	217,99	0,61
Aula 33	6,25	6,20	3,40	38,75	131,75	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	65,88	354,60	486,00	906,48	7	218,53	0,61
Aula 34	6,10	6,43	3,40	39,22	133,36	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,68	354,60	486,00	907,28	7	217,72	0,60
Aula 35	6,10	6,50	3,40	39,65	134,81	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	67,41	354,60	486,00	908,01	7	217,00	0,60
Aula 36	6,10	6,40	3,40	39,04	132,74	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	66,37	354,60	486,00	906,97	7	218,03	0,61
Aula 37	6,10	6,33	3,40	38,61	131,28	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	65,64	354,60	486,00	906,24	7	218,76	0,61
Sala professori	6,30	7,80	3,40	44,19	150,25	2,66	0,91	0,50	10	15	150	75,12	239,40	327,60	642,12	4	-492,12	-1,37
Sala riunioni	5,35	4,55	3,40	28,96	98,46	1,33	0,46	0,50	5	15	75	49,23	119,70	163,80	332,73	3	-257,73	-0,72
Aula 49	7,85	6,30	3,40	49,46	168,15	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	84,07	354,60	486,00	924,67	5	200,33	0,56
Aula 43	4,80	9,00	3,40	43,20	146,88	3,94	1,35	0,50	25	45	1125	73,44	354,60	486,00	914,04	6	210,96	0,59

Legenda simbologia e dati caratteristici di calcolo

S_u = superficie utile del vano
V_u = volume utile del vano
S_i = superficie complessiva infissi
S_{wi} = superfici aperture a wasistas
λ_e = coefficiente di esposizione: [1 esp. vento costante e regolare; 0,5 esp. vento regolare; 0,25 esp. venti irregolari]
N_a = affollamento (numero di persone contemporaneamente presenti)
C_{as} = cubo d'aria specifico (mc d'aria/persona con mantenimento livello $CO_2 < 0,1\%$)
C_{at} = cubi d'aria totali necessari
V_{ns} = ventilazione naturale spontanea
V_{ni} = ventilazione attraverso infisso con 0,25 aperture/h sotto una pressione di 100 Pa e una velocità dell'aria di 0,10 m/s
V_{niw} = ventilazione attraverso wasistas sotto una pressione di 100 Pa e una velocità dell'aria di 0,10 m/s
V_{nt} = ventilazione naturale totale
R_{nh} = numero di ricambi d'aria naturali
ΔV_v = deficit di ventilazione
S_{va} = superficie ventilazione ausiliaria con canna di ventilazione