

## UNI EN 16798-1:2019

### Prestazione energetica degli edifici

#### Ventilazione per gli edifici

### Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica Modulo M1-6.

Questa Norma sostituisce la precedente UNI EN 15251:2008.

Nonostante il documento sia nato principalmente per il calcolo delle prestazioni energetiche dell'edificio, secondo la famiglia di norma EPB, la norma definisce di fatto i parametri per la progettazione del sistema edificio ai fini di ottenere specifiche prestazioni:

- Termoigrometriche
- di qualità dell'aria interna (IAQ)
- di illuminazione
- acustiche

La norma dà soprattutto grande risalto alle prime 2 specifiche prestazionali, in alcuni casi proponendo dei metodi alternativi ad alcune normative nazionali vigenti (es. UNI 10339:1995).

Nonostante questo, la norma è una delle più importanti a livello Europeo in quanto consente una armonizzazione e comparazione delle normative nazionali di tutti i paesi, in base ad una specifica Appendice A contenuta nel documento stesso.

Per alcuni metodi di calcolo utilizzati, il documento fa riferimento all'altra norma della stessa famiglia, ovvero la **UNI EN 16798-2 – Interpretazione dei requisiti della norma 16798-1**.

In questo documento vengono definiti i requisiti minimi di ventilazione per edifici Residenziali e NON-Residenziali secondo:

- n° 4 **Categorie** di prestazione (basate sulla percentuale di Occupanti Insoddisfatti)
- n° 3 **Livelli di Edificio** (basati sull'emissione interna di VOC e altri inquinanti)
- n° 2 **Tipi di occupanti** (Adapted o Non-Adapted)
- n° 3 **Metodi di calcolo**
- n° 4 **livelli di riferimenti di concentrazione CO<sub>2</sub>** ammessa

Circa le Categorie, per la ventilazione dell'aria, viene suggerita la seguente classificazione

| Categoria | Percentuale insoddisfatti prevista |
|-----------|------------------------------------|
| I         | Molto bassa                        |
| II        | Bassa                              |
| III       | Media                              |
| IV        | Elevata                            |

La norma poi identifica i seguenti 3 **Livelli di Edificio** sulla base del livello di emissione di inquinante intera (o indoor) allo stesso.

| Livello      | Descrizione  |
|--------------|--|
| <b>LPB-1</b> | Edificio ad emissione di inquinanti indoor molto bassa |
| <b>LPB-2</b> | Edificio ad emissione di inquinanti indoor bassa       |
| <b>LPB-3</b> | Edificio ad emissione di inquinanti indoor non bassa   |

Il livello di emissione è legato al tipo di materiale utilizzato per la costruzione e gli arredi interni (ad esempio a bassa emissione di VOC e/o formaldeide).

La norma suggerisce anche 2 Tipi di occupanti (rif. Par. 6.3.2.2) così definiti

| Occupante          | Descrizione   | Applicazione tipica |
|--------------------|---|---------------------|
| <b>Adapted</b>     | Occupante la cui qualità dell'aria percepita si è abituata o assuefatta ad alcuni contaminanti a causa della continua e ripetuta presenza in ambienti in cui gli altri occupanti non cambiano spesso. | Residenziale        |
| <b>Non-Adapted</b> | Occupante la cui qualità dell'aria percepita è sensibile a tutti i contaminanti a causa della sua presenza discontinua nell'ambiente o per la variazione degli altri occupanti                        | Non Residenziale    |

Il Paragrafo 6.3.2 descrive invece i seguenti 3 **Metodi** per determinare la portata di aria necessaria per conseguire il livello di soddisfazione desiderato (**Categoria**) sulla base degli **Livello di edificio** e del tipo di **Occupante**

| Metodo   | Descrizione  | Paragrafo |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | Metodo basato sulla qualità dell'aria percepita          | 6.3.2.2   |
| <b>2</b> | Metodo basato su concentrazioni limite di una sostanza   | 6.3.2.3   |
| <b>3</b> | Metodo basato su valori predefiniti di portata dell'aria | 6.3.2.4   |

Il **Metodo 1** determina la portata d'aria necessaria sulla base degli occupanti e dell'ambiente occupato secondo la seguente formula:

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

dove:

$q_{tot}$  = portata totale di aria di rinnovo per l'ambiente considerato [l/s]

n = numero di occupanti previsto da progetto per l'ambiente considerato

$q_p$  = portata d'aria per persona ad ambiente considerato quando occupato [l/s]

$A_R$  = superficie dell'ambiente considerato [m]

$q_B$  = portata d'aria per l'emissione di inquinanti indoor, per superficie dell'ambiente considerato [l/s]

Il **Metodo 2** determina la portata dell'aria necessaria sulla base della concentrazione di una sostanza specifica emessa nell'ambiente e rimossa tramite l'aria esterna, secondo la seguente formula:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

dove:

$Q_h$  = portata di aria esterna [m<sup>3</sup>/s] richiesta per la diluizione della sostanza specifica

$G_h$  = tasso di produzione della sostanza all'interno dell'ambiente considerato [ $\mu$ g/s]

$C_{h,i}$  = concentrazione voluta della sostanza all'interno dell'ambiente considerato [ $\mu$ g/m<sup>3</sup>]

$C_{h,o}$  = concentrazione della sostanza nell'aria esterna immessa nell'ambiente considerato [ $\mu$ g/m<sup>3</sup>]

$\varepsilon_v$  = efficienza di ventilazione/diluizione

Qualora:

- l'efficienza di ventilazione  $\varepsilon_v$  sia assunta pari a 1 (tramite una corretta distribuzione/miscelazione dell'aria immessa)
- la sostanza presa a riferimento sia la CO<sub>2</sub> (i cui valori di concentrazione sono misurati normalmente in ppm – parti per milione),
- l'emissione di CO<sub>2</sub> in ambiente sia legata alla sola respirazione/metabolismo degli occupanti

la formula può essere trasformata nella seguente:

$$q_{tot} = \frac{n \cdot G_p \cdot 10^6}{(CO_{2\ SP} - CO_{2\ EXT}) \cdot 3600}$$

dove:

$q_{tot}$  = portata d'aria esterna [l/s] richiesta per la diluizione del CO<sub>2</sub>

$n$  = numero di occupanti presenti nell'ambiente considerato

$G_p$  = portata di CO<sub>2</sub> emessa [l/h] da ciascun occupante

$CO_{2\ SP}$  = concentrazione [ppm] di CO<sub>2</sub> desiderata (o di SetPoint) per l'ambiente considerato

$CO_{2\ EXT}$  = concentrazione [ppm] di CO<sub>2</sub> nell'aria esterna immessa nell'ambiente considerato

Infine, il **Metodo 3** determina la portata di aria necessaria sulla base di semplici tabelle prescrittive, che possono essere basate sulla sola superficie dell'ambiente o sul solo numero degli occupanti, in base alla Categoria desiderata e/o del Livello dell'edificio.

Tutti e 3 i metodi rimandano a coefficienti, valori e tipologie di edifici che ciascun paese della Comunità Europea può definire per il proprio territorio, seguendo le raccomandazioni e la struttura descritta nell'**Appendice A** della norma stessa.

## APPENDICE B

Qualora un Paese non avesse definito dei propri valori, la norma rimanda i calcoli a quanto indicato nell'**Appendice B** (informativa) applicando i 3 metodi descritti nella norma stessa.

### Metodo 1

Circa il **Metodo 1**, l'Appendice B suggerisce due importanti tabelle, ossia:

- la **tabella B.6** che indica la  $q_p$  (portata d'aria per persona ad ambiente considerato quando occupato [l/s]), sulla base delle 4 Categorie corrispondenti a diverse percentuali di insoddisfatti.

**Tabella B.6 – UNI EN 16798-1:2019**

| Categoria | Percentuale insoddisfatti prevista [%] | Portata d'aria per persona $q_p$ [l/s per persona] |
|-----------|--|--|
| I         | 15                                     | 10   |
| II        | 20                                     | 7  |
| III       | 30                                     | 4  |
| IV        | 40                                     | 2,5  |

- la **tabella B.7**, che indica il valore  $q_B$  (portata d'aria per l'emissione di inquinanti indoor, per superficie dell'ambiente considerato [l/s]) sulla base dei 3 Livelli di edificio e delle 4 Categorie:

**Tabella B.7 – UNI EN 16798-1:2019**

| Categoria | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor molto bassa - <b>LPB-1</b> | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor bassa <b>LPB-2</b> | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] per Edificio ad emissione di inquinanti indoor non bassa <b>LPB-3</b> |
|-----------|---|---|---|
| I         | 0,50  | 1,00  | 2,00  |
| II        | 0,35  | 0,70  | 1,40  |
| III       | 0,20  | 0,40  | 0,80  |
| IV        | 0,15  | 0,30  | 0,60  |

Tramite i valori indicati nelle 2 tabelle è quindi possibile calcolare, nei diversi casi, l'equazione

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

L'appendice B, nell'applicazione del Metodo 1, indica in ogni caso di non selezionare mai una  $q_{tot}$  inferiore ai 4l/s per persona.

### **Metodo 2**

Circa il **Metodo 2**, l'Appendice B suggerisce la **tabella B.9** nella quale vengono definiti i valori di  $\Delta CO_2$  (ossia la differenza tra la concentrazione di  $CO_{2\ SP}$  desiderata nell'ambiente e la  $CO_{2\ EXT}$  dell'aria esterna),

**Tabella B.9 – UNI EN 16798-1:2019**

| <b>Categoria</b> | Corrispondente concentrazione $CO_2$<br>oltre quella esterna<br>$\Delta CO_2 = CO_{2\ SP} - CO_{2\ EXT}$ [ppm] |
|------------------|--|
| <b>I</b>         | 550  |
| <b>II</b>        | 800  |
| <b>III</b>       | 1350   |
| <b>IV</b>        | 1350   |

I valori indicati dalla tabella fanno riferimento a persone "non-adapted", assumendo una  $G_p$  (portata di  $CO_2$  emessa [l/h] da ciascun occupante) pari a 20 l/h, sulla base delle indicazioni contenute nello standard UNI EN 16798-2.

Con queste stesse assunzioni e considerando l'efficienza di ventilazione  $e_v$  pari a 1, la formula per il calcolo della portata dell'aria di rinnovo diventa:

$$q_{tot} [l/s] = \frac{n \cdot 5.556 \left[ ppm \cdot l/s \right]}{\Delta CO_2 [ppm]}$$

dove:

- $q_{tot}$  = portata d'aria esterna [l/s] richiesta per la diluizione del  $CO_2$
- $n$  = numero di occupanti presenti nell'ambiente considerato

### Metodo 3

Infine, circa il **Metodo 3**, l'Appendice B suggerisce la **tabella B.10** nella quale vengono definiti i valori di  $q_p$  (portata d'aria per persona [l/s]) e di  $q_B$  (portata d'aria per superficie dell'ambiente considerato [l/s]) che possono essere alternativamente utilizzati.

Tabella B.10 – UNI EN 16798-1:2019

| Categoria | Portata d'aria per persona<br>$q_p$ [l/(s per persona)] | Portata d'aria per superficie<br>$q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )] |
|-----------|---|--|
| I         | 20,00   | 2,00   |
| II        | 14,00   | 1,40   |
| III       | 8,00  | 0,80   |
| IV        | 5,50  | 0,55   |

La  $q_{tot}$  (portata totale di aria di rinnovo per l'ambiente considerato [l/s]) potrà quindi essere determinata o moltiplicando il valore  $q_p$  per il numero di occupanti previsti da progetto, oppure moltiplicando il valore  $q_B$  per la superficie dell'ambiente.

## APPENDICE A

Al momento della redazione di questo documento non è stata ancora pubblicata la versione nazionale Italiana per l'Appendice A. In ogni caso, a solo titolo informativo, la bozza di documento attualmente in esame da parte delle commissioni competenti, prevede solo 3 Categorie e per gli ambienti scolastici sono in esame i seguenti parametri di riferimento per i 3 metodi sopra descritti:

### Metodo 1 – bozza Appendice A nazionale

La portata di aria di rinnovo  $q_{tot}$  non può mai essere inferiore ai 4 l/(s x persona) e viene calcolata tramite i valori di  $q_p$  (portata d'aria per persona ad ambiente considerato quando occupato [l/s]) e  $q_B$  (portata d'aria per l'emissione di inquinanti indoor, per superficie dell'ambiente considerato [l/s]) riassunti nella seguente tabella:

| Edificio | Tipologia ambiente        | Categoria | Portata<br>$q_p$ [l/(s per persona)] | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-1 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-2 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-3 |
|----------|---------------------------|-----------|--------------------------------------|--|--|--|
| Uffici   | Uffici                    | I         | 8,50                                 | 0,25   | 0,50   | 1,00   |
|          |                           | II        | 7,50                                 | 0,20   | 0,40   | 0,80   |
|          |                           | III       | 5,50                                 | 0,15   | 0,30   | 0,60   |
|          | Open space e sale meeting | I         | 8,50                                 | 0,35   | 0,70   | 1,40   |
|          |                           | II        | 7,00                                 | 0,30   | 0,60   | 1,20   |
|          |                           | III       | 5,00                                 | 0,20   | 0,40   | 0,80   |
|          | Call Centers              | I         | 8,50                                 | 0,40   | 0,80   | 1,60   |
|          |                           | II        | 7,00                                 | 0,35   | 0,70   | 1,40   |
|          |                           | III       | 5,00                                 | 0,25   | 0,50   | 1,00   |

| Edificio   | Tipologia ambiente  | Categoria                                     | Portata<br>$q_p$ [l/(s per<br>persona)] | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br><b>LPB-1</b> | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br><b>LPB-2</b> | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br><b>LPB-3</b> |      |
|--|---|---|---|---|---|---|------|
| Ospedali   | Camere da letto, reparti, sale<br>diagnostiche ed per esami     | I   | 11,50                                   | 0,25  | 0,50  | 1,00  |      |
|  |   | II  | 10,00                                   | 0,20  | 0,40  | 0,80  |      |
|  |   | III   | 8,70                                    | 0,15  | 0,30  | 0,60  |      |
|  | Ambulatori  | I   | 11,50                                   | 0,50  | 1,00  | 2,00  |      |
|  |   | II  | 10,00                                   | 0,40  | 0,80  | 1,60  |      |
|  |   | III   | 8,70                                    | 0,30  | 0,60  | 1,20  |      |
|  | Sale di attesa  | I   | 11,50                                   | 0,38  | 0,75  | 1,50  |      |
|  |   | II  | 10,00                                   | 0,30  | 0,60  | 1,20  |      |
|  |   | III   | 8,70                                    | 0,23  | 0,45  | 0,90  |      |
| Luoghi<br>pubblici   | Auditorium, cinema, teatri,<br>musei, luoghi espositivi, chiese | I   | 8,75                                    | 0,25  | 0,50  | 1,00  |      |
|  |   | II  | 7,00                                    | 0,20  | 0,40  | 0,80  |      |
|  |   | III   | 5,25                                    | 0,15  | 0,30  | 0,60  |      |
|  | Biblioteche, Sale di Lettura                                    | I   | 8,75                                    | 0,32  | 0,63  | 1,26  |      |
|  |   | II  | 7,00                                    | 0,25  | 0,50  | 1,00  |      |
|  |   | III   | 5,25                                    | 0,15  | 0,30  | 0,60  |      |
|  | Sale da gioco, Sale scommesse                                   | I   | 8,75                                    | 0,38  | 0,75  | 1,50  |      |
|  |   | II  | 7,00                                    | 0,30  | 0,60  | 1,20  |      |
|  |   | III   | 5,25                                    | 0,23  | 0,45  | 0,90  |      |
|  | Sale da ballo, Discoteche                                       | I   | 18,75                                   | 0,69  | 1,38  | 2,76  |      |
|  |   | II  | 15,00                                   | 0,55  | 1,10  | 2,20  |      |
|  |   | III   | 11,25                                   | 0,42  | 0,83  | 1,66  |      |
|  | Luoghi<br>com-<br>merciali                                      | Negozi di alimentari, lavanderie,<br>farmacie | I                                       | 0,50  | 1,00  | 1,00  | 2,00 |
|  |   |   | II                                      | 0,40  | 0,80  | 0,80  | 1,60 |
|  |   |   | III                                     | 0,30  | 0,60  | 0,60  | 1,20 |
| Barbieri e Saloni di bellezza  |   | I   | 0,30                                    | 0,60  | 0,60  | 1,20  |      |
|  |   | II  | 0,25                                    | 0,50  | 0,50  | 1,00  |      |
|  |   | III   | 0,20                                    | 0,40  | 0,40  | 0,80  |      |
| Tutti gli altri negozi al dettaglio,<br>Grandi magazzini, Supermercati |   | I   | 0,25                                    | 0,50  | 0,50  | 1,00  |      |
|  |   | II  | 0,20                                    | 0,40  | 0,40  | 0,80  |      |
|  |   | III   | 0,15                                    | 0,30  | 0,30  | 0,60  |      |
| Ristoranti   | Ristoranti, Caffetterie e Bar                                   | I   | 8,75                                    | 0,63  | 1,25  | 3,00  |      |
|  |   | II  | 7,00                                    | 0,50  | 1,00  | 2,00  |      |
|  |   | III   | 5,25                                    | 0,38  | 0,75  | 1,50  |      |

| Edificio | Tipologia ambiente  | Categoria | Portata<br>$q_p$ [l/(s per<br>persona)] | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-1 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-2 | $q_B$ [l/(s m <sup>2</sup> )]<br>per Edificio<br>LPB-3 |
|----------|---|-----------|---|--|--|--|
| Scuole   | Asili Nido e Scuole Materne   | I         | 7,50                                    | 0,63   | 1,25   | 2,50   |
|          |   | II        | 6,00                                    | 0,50   | 1,00   | 2,00   |
|          |   | III       | 4,50                                    | 0,38   | 0,75   | 1,50   |
|          | Scuole Primarie, Secondarie di I e II livello, aule Universitarie, Laboratori e Aule insegnanti | I         | 7,50                                    | 0,32   | 0,63   | 1,26   |
|          |   | II        | 6,00                                    | 0,25   | 0,50   | 1,00   |
|          |   | III       | 4,50                                    | 0,19   | 0,38   | 0,76   |
|          | Biblioteche e Sale lettura  | I         | 6,90                                    | 0,32   | 0,63   | 1,26   |
|          |   | II        | 5,50                                    | 0,25   | 0,50   | 1,00   |
|          |   | III       | 4,10                                    | 0,19   | 0,38   | 0,76   |
|          | Aule/laboratori musicali e linguistici  | I         | 6,90                                    | 0,19   | 0,38   | 0,76   |
|          |   | II        | 5,50                                    | 0,15   | 0,30   | 0,60   |
|          |   | III       | 4,10                                    | 0,12   | 0,23   | 0,46   |
| Sport    | Palestre al coperto - zona di gioco   | I         | 6,25                                    | 0,38   | 0,75   | 1,50   |
|          |   | II        | 5,00                                    | 0,30   | 0,60   | 1,20   |
|          |   | III       | 3,75                                    | 0,23   | 0,45   | 0,90   |
|          | Palestre al coperto - aree per gli spettatori   | I         | 8,75                                    | 0,25   | 0,75   | 1,00   |
|          |   | II        | 7,00                                    | 0,20   | 0,40   | 0,80   |
|          |   | III       | 5,25                                    | 0,15   | 0,30   | 0,60   |
|          | Piscine ed aree piscina   | I         | 8,75                                    | 0,38   | 0,75   | 1,50   |
|          |   | II        | 7,00                                    | 0,30   | 0,60   | 1,20   |
|          |   | III       | 5,25                                    | 0,23   | 0,45   | 0,90   |
|          | Spogliatoi per aree sportive  | I         | 8,75                                    | 0,19   | 0,38   | 0,76   |
|          |   | II        | 7,00                                    | 0,15   | 0,30   | 0,60   |
|          |   | III       | 5,25                                    | 0,12   | 0,23   | 0,46   |
| Varie    | Corridoi e Aule di servizio   | I         | 10,00                                   | 0,50   | 1,00   | 2,00   |
|          |   | II        | 7,00                                    | 0,35   | 0,70   | 1,40   |
|          |   | III       | 4,00                                    | 0,20   | 0,40   | 0,80   |

I valori di  $q_p$  sono riferiti ad occupanti "non-adapted".

Inoltre, sono definiti i requisiti per i locali speciali quali:

- Bagni/toilette = estrazione aria pari a 4 l/s se continua, o 8 l/s se attivata da sensore di presenza
- Stanze dedicate esclusivamente a stampanti e fotocopiatrici = estrazione aria minima pari a 8 l/s
- Laboratori di Chimica e Biologia = estrazione aria minima pari a 5 l/s

### **Metodo 2 – bozza Appendice A nazionale**

I valori di riferimenti per il calcolo della portata dell'aria Qh devono essere ricavati sulla base della seguente tabella

| Inquinanti          |  | Categoria   |             |             |
|---------------------|--|-------------|-------------|-------------|
|                     |  | I           | II          | III         |
| Unità di misura     |  |             |             |             |
| $\Delta\text{CO}_2$ | ppm                                    | $\leq 550$  | $\leq 800$  | $\leq 1350$ |
| <b>CO</b>           | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 2000$ | $\leq 3000$ | $\leq 5000$ |
| <b>PM10</b>         | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 10$   | $\leq 15$   | $\leq 25$   |
| <b>PM2.5</b>        | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 5$    | $\leq 7,5$  | $\leq 12,5$ |
| <b>Ozono</b>        | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 20$   | $\leq 30$   | $\leq 50$   |
| <b>VOC totali</b>   | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 100$  | $\leq 150$  | $\leq 250$  |
| <b>Radon</b>        | ( $\mu\text{g m}^{-3}$ ) media annuale | $\leq 100$  | $\leq 150$  | $\leq 200$  |

Per persone "non-adapted" e assumendo una emissione di CO2 per persona pari a 20 l/(h per persona).

### **Metodo 3 – bozza Appendice A nazionale**

L'attuale bozza di documento non prevede l'applicazione di questo metodo.

#### **Note finali**

L'attuale bozza di Appendice A nazionale prevede che, indipendentemente dal Metodo di calcolo utilizzato, in tutti gli edifici non residenziali:

- In caso di spegnimento dell'impianto (shut off) il sistema deve garantire ricambio dell'aria negli ambienti di almeno 1 vol/h almeno nelle 2 ore precedenti l'occupazione dei locali.
- In caso di ventilazione ridotta, ad esempio per la non occupazione temporanea del locale, la portata di aria di rinnovo per la diluizione degli inquinanti emessi dall'edificio deve essere di almeno 0,15 l/(s m<sup>2</sup>)

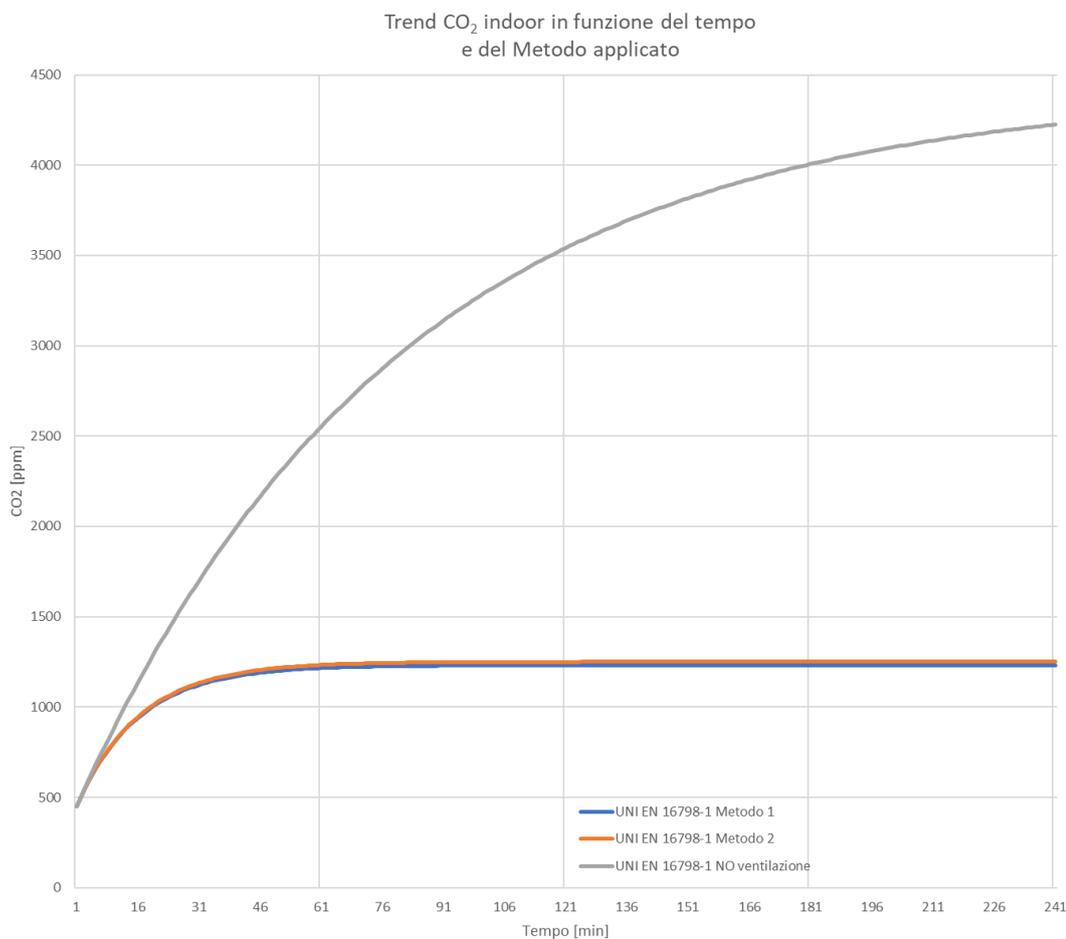
Allo stato attuale delle cose, a solo titolo di esempio, per un'aula scolastica con le seguenti caratteristiche:

- Scuola Primaria
- Superficie = 56 m<sup>2</sup>
- Altezza = 3 m
- Numero occupanti (studenti, insegnanti, personale ausiliario) = 25
- Categoria = II
- Livello Edificio = LPB-2
- Concentrazione CO<sub>2</sub> EXT = 450 ppm

Le portate d'aria di rinnovo totale  $q_{tot}$ , calcolate secondo i 2 Metodi ammessi dall'Appendice A nazionale Italiana sono:

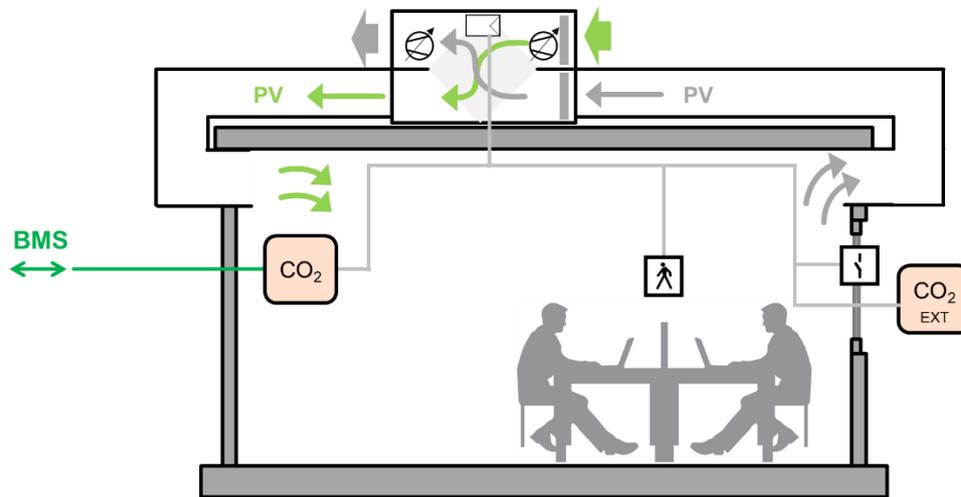
- $q_{tot}$  Metodo 1 = 641 m<sup>3</sup>/h
- $q_{tot}$  Metodo 2 = 625 m<sup>3</sup>/h

La variazione nel tempo della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'ambiente, secondo il modello di calcolo della norma UNI EN 16798-2, sarebbe il seguente



La linea grigia rappresenta l'andamento, calcolato sempre con lo stesso modello di calcolo, se nell'ambiente la ventilazione fosse affidata esclusivamente ad al trafilamento e all'aerazione naturale in grado di produrre un ricambio medio pari 0.8 vol/h

Un impianto di VMC con unità di ventilazione per la singola zona (impianto mono-zona) potrebbe avere il seguente schema funzionale



Un impianto di VMC con unità di ventilazione centralizzato per più aule (impianto multi-zona) potrebbe avere il seguente schema funzionale

