

“Airborne Infection” in campo Odontoiatrico

Studio sul monitoraggio, caratterizzazione e riduzione del rischio

Abstract:

Una caratterizzazione del livello di “airborne infection” è stata eseguita negli ambienti di uno studio dentistico privato mediante monitoraggio della contaminazione particellare e microbiologica aerotrasportata in prossimità del riunito e nella sala d’attesa.

I risultati hanno permesso la valutazione della classe di contaminazione di riferimento rispetto a quanto definito dalle indicazioni riportate dall’European Collaborative Action (1993) ed alla valutazione del miglioramento ottenibile mediante il sistema di purificazione aria CITY M con sistema di ricircolo e sistemi di filtrazione filtri H13 + molecolari .

In particolare lo studio permette di fare considerazioni su:

- livello di contaminazione in studio ed in sala d’attesa
- impatto della purificazione d’aria con CITYM da Cl. Intermedia/Alta a Bassa
- impatto delle attività normali in studio quali sorgenti di contaminazione interna e livello possibile atteso di IAQ rispetto alle linee guida di riferimento

Premessa:

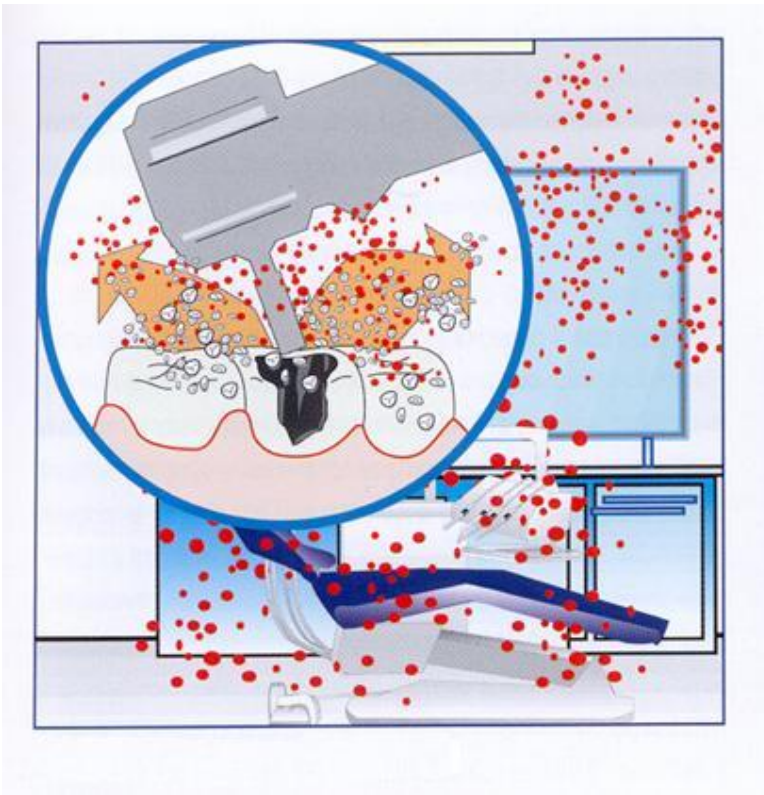
La UNI EN 13795-1 - Appendice C riferisce quanto segue: “La maggioranza delle infezioni chirurgiche postoperatorie in sito sono contratte al momento dell'operazione, quando c’è la possibilità che i microrganismi raggiungano la ferita aperta [...] Le vie di infezione sono per contatto o aerea”.

In campo odontoiatrico il fenomeno dell'airborne infection si colloca in una condizione operativa unica: nel caso dell'odontoiatria, diversamente dalle altre attività cliniche o chirurgiche, le prolungate aerosolizzazioni tipiche del trattamento odontoiatrico, prodotte dall'utilizzo clinico degli strumenti dinamici, causano la diffusione in aria di particelle infette ed infettanti di piccole dimensioni, in misura notevolmente superiore ad ogni altra attività medica .

La rapida rotazione della fresa della turbina o di altro strumento rotante, come pure la forza impressa dalla vibrazione delle punte ad ultrasuoni, in associazione con lo spray dello strumento o della siringa, provocano infatti la proiezione nell'aria circostante il campo operatorio di pulviscoli e nebbie contaminati provenienti dal cavo orale del paziente sottoposto a cura, con una diffusione di aerosol contenenti saliva, sangue, detriti dentali, placca dentale e materiali da otturazione.

Ne risulta un vero e proprio inquinamento biologico dell'aria dello studio dentistico, con conseguente rischio di airborne infection.

Per via aerea, quindi, questi contaminanti aerodispersi possono giungere a contatto con la cute, le mucose orali, le vie respiratorie e gli occhi dell'operatore, ma possono anche depositarsi sulle superfici delle attrezzature, sugli arredi e sui pavimenti all'interno dell'ambulatorio dentistico.



La cross-infection per trasmissione aerea si può quindi verificare in linea generale secondo due diverse modalità:

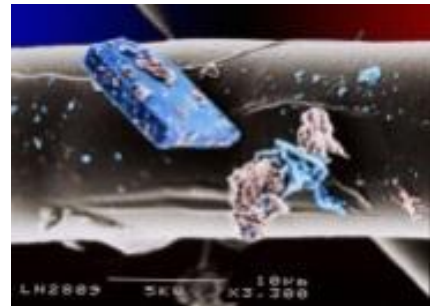
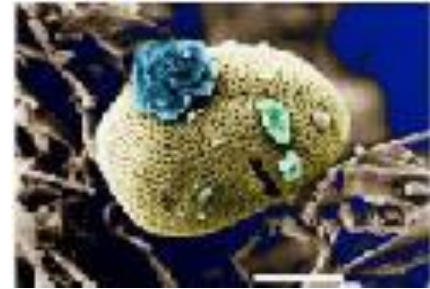
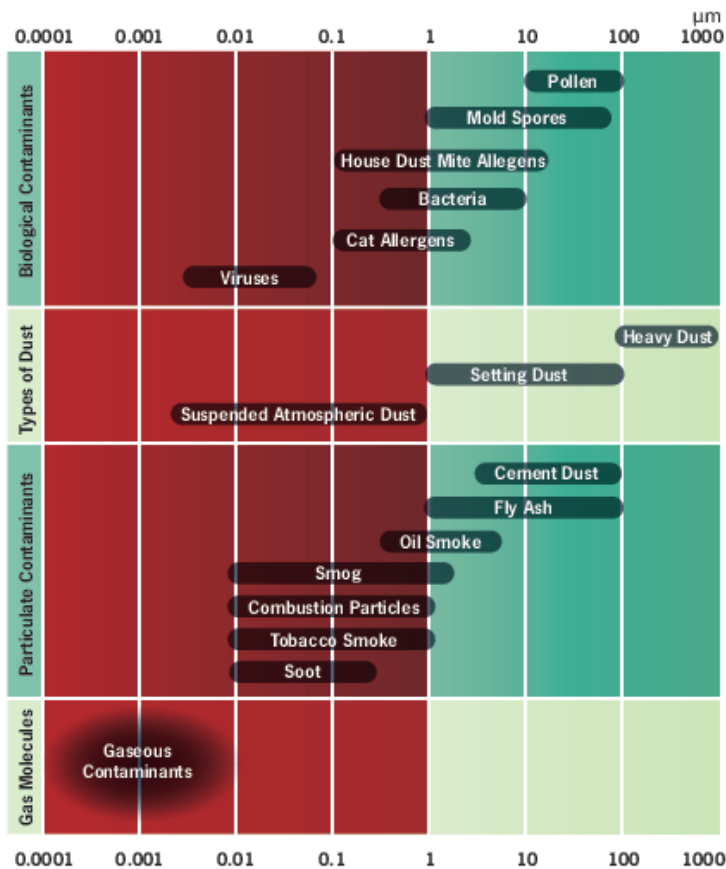
1. come infezione diretta, per contatto o inalazione,
2. oppure per contaminazione delle superfici dello studio da parte di particelle infette, ivi depositate dopo un tragitto più o meno breve in aria.

Da qui l'importanza di ridurre il particolato aerodisperso - che funge da vettore per le sostanze microbiologiche- per ottenere una sostanziale riduzione della contaminazione microbiologica.

Ciò si ottiene mettendo in atto misure di contenimento della contaminazione ambientale, quali:

- L'adozione di protocolli di vestizione che prevedano la sostituzione della teleria in cotone con tessuti a bassa dispersione di particelle quali TTR o TNT (conformi alla UNI EN 13795).
- La filtrazione dell'aria con filtri assoluti di grado H13 o superiore che hanno efficacia $\geq 99,95\%$ sulle particelle aventi dimensione $0,1-0,2 \mu\text{m}$ (mpps: most penetrating particle) .

DIMENSIONI TIPICHE DEI PIU' COMUNI CONTAMINANTI



Tempi di sedimentazione per 2,5 mt:	
Diametro particella	Tempo
150 µm	5,4 secondi
20 µm	3,5 secondi
5,0 µm	55 minuti
0,5 µm	3 giorni
0,1 µm	34 giorni

Immagini al SEM (microscopio a scansione elettronica) di particolato che veicola particelle più piccole.

La tabella illustra i diversi tipi di particelle presenti nell'aria suddivisi per dimensione. I gas molecolari, inferiori a 0,001 micron sono responsabili degli odori e possono essere trattenuti da specifici substrati a carbone attivo. Le particelle di dimensioni più piccole tra cui virus, batteri, lieviti, spore di muffa aderiscono alle particelle di dimensioni maggiori e sono da queste veicolate. La loro velocità di sedimentazione, ovvero il loro tempo di percorrenza medio, aumenta in ragione del diametro della particella cui sono adese aumentando di conseguenza il rischio di venire in contatto con il personale presente nella medesima stanza.

Per questi motivi la filtrazione del particolato con sistemi di ricircolo "plug and play" può a buon ragione essere considerato un efficace e semplice sistema di riduzione del rischio di "airborne infection" microbiologico negli ambienti degli studi dentistici.

Metodo:

L'ambulatorio ha una superficie di 15,2 m² ed altezza di 3 mt (volume 45,6 m³), la stanza è dotata di una porta finestra e una porta di accesso, mentre la sala di attesa è un ambiente semi-aperto adiacente alla all'ingresso e alle zone di transito con una superficie di 18 m², altezza 3 mt (volume 54 m³) dotata di porta finestra.

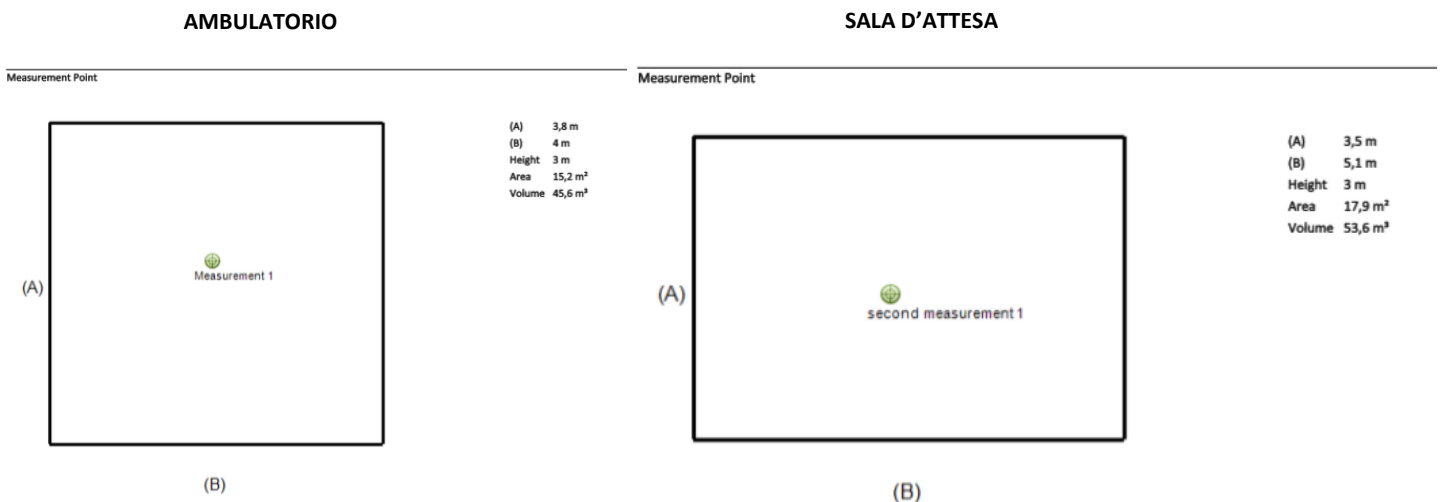
I rilievi particellari iniziali presso entrambi gli ambienti sono stati effettuati in regime di non funzionamento dei locali, con presenza di operatori nella sala di attesa e con il solo operatore addetto alla rilevazione nello studio .

E' stato effettuato un solo rilievo particellare come da schema sotto riportato in uno specifico punto sia nello studio che nella sala di attesa mediante contatore particellare laser Aerotrak mod. TSI 9306 s/n 93061119001 (calibrato come da certificazione disponibile su richiesta).

Gli stessi punti sono stati utilizzati anche come riferimento per i rilievi microbiologici tramite SAS (Surface Air System) per la conta delle unità formanti colonie aerotrasportate con l'utilizzo di un campionatore monostadio PBI DUO SAS SUPER 360 e di piastre per la coltura batterica.

La Ditta Almata Consulenze Ambientali è stata incaricata quale garante ed esperti del settore, di tutta l'indagine ambientale microbiologica avvalendosi del laboratorio certificato IDROGEO LAB (rapporto di prova n° 3903530-002).

Di seguito i parametri architettonici dei due ambienti presi in esame:



Risultati:

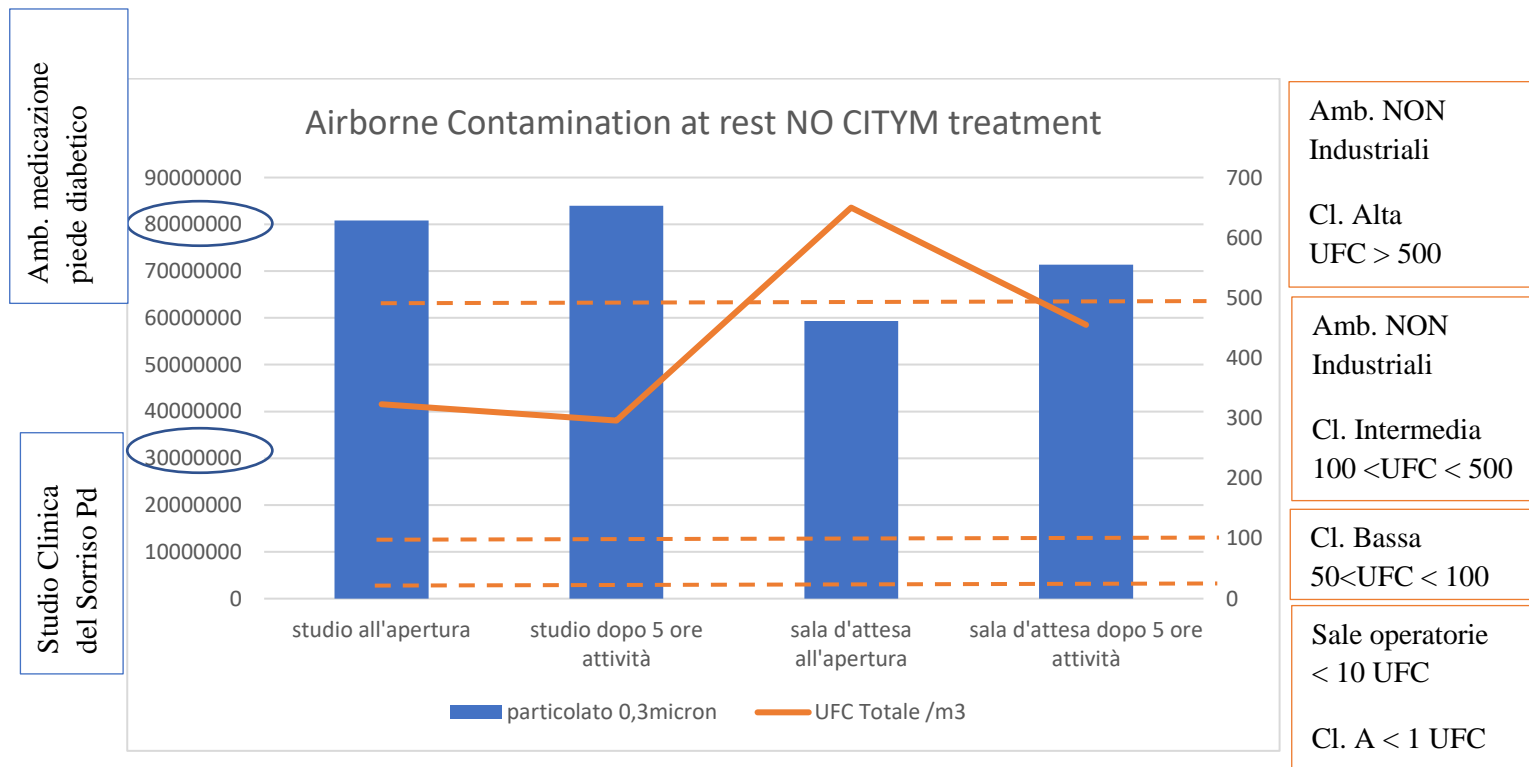
I risultati mostrano diversi aspetti interessanti ed utili al fine di migliorare i livelli di Indoor Air Quality ma soprattutto di ridurre l'eventuale rischio di "airborne infection". In particolare lo studio permette di fare considerazioni su:

- livello di contaminazione in studio ed in sala d'attesa
- impatto della purificazione d'aria con CITY M
- impatto delle attività normali in studio quali sorgenti di contaminazione interna e livello possibile atteso di IAQ rispetto alle linee guida di riferimento

Livello di contaminazione in studio ed in sala d'attesa

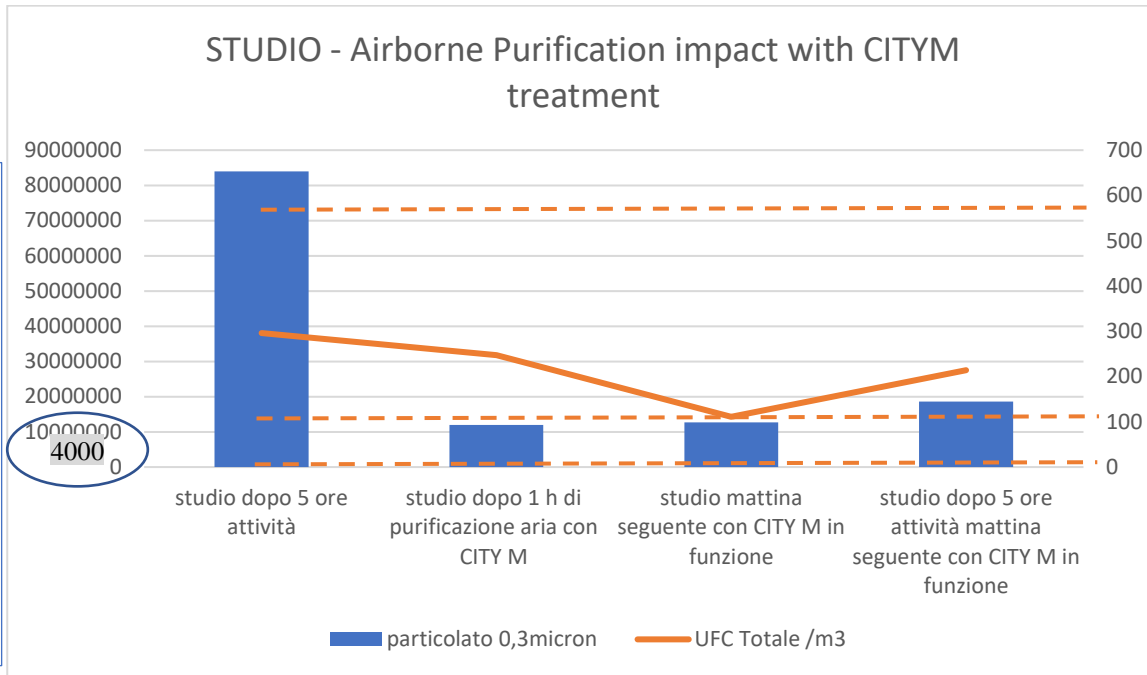
Il grafico mette in evidenza il livello di contaminazione particellare (diam 0,3 micron) e microbiologica all'apertura dello studio e dopo 5 ore di attività sia in studio che in sala d'attesa. La concentrazione di particolato aerodisperso è da ritenersi medio alta rispetto a valori misurati in altri studi dentistici ed ambulatoriali (Clinica del Sorriso di Padova 30M, Ambulatorio piede diabetico Città della Salute e della Scienza di Torino 82M). Anche la concentrazione microbiologica è sembrata maggiore rispetto ad un precedente studio effettuato presso la Clinica del Sorriso di Padova (26-55 UFC).

Facendo anche riferimento ai livelli indicati dalle linee guida di valutazione della qualità dell'aria (European Collaborative Action, 1993) i risultati descrivono una classe intermedia per lo studio ed alta per la sala d'attesa.



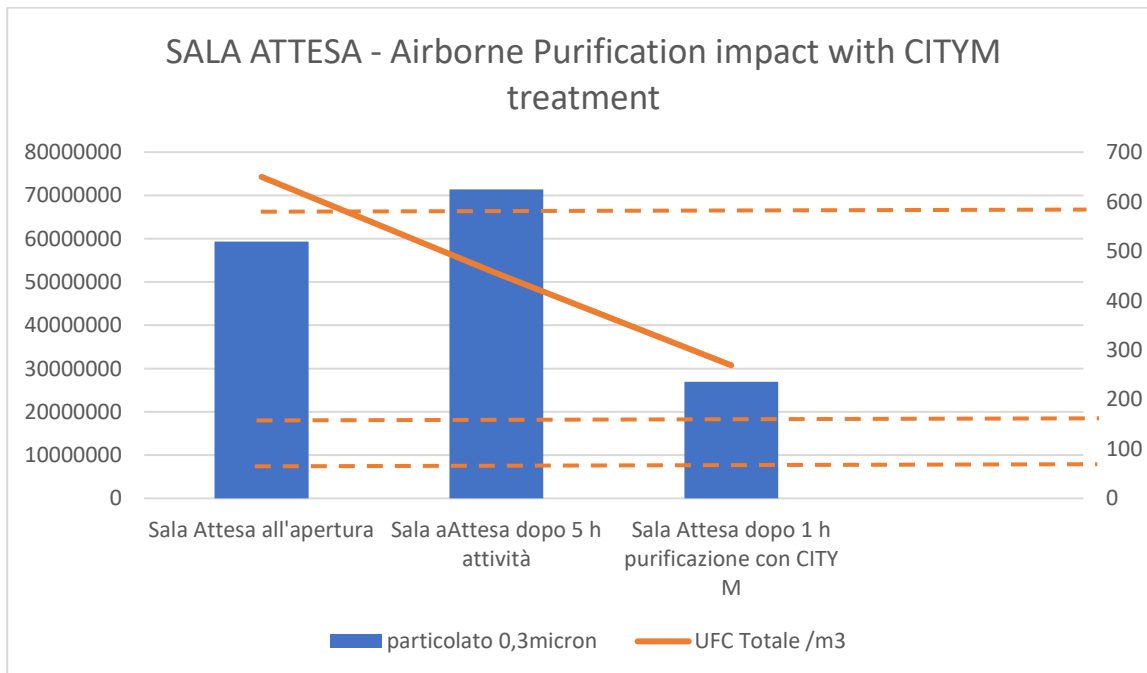
Impatto della purificazione d'aria con CITY M

Studio Clinica del Sorriso Pd (4M)
Amb. Piede diabetico (8M)



- Amb. NON Industriali
- Cl. Alta UFC > 500
- Amb. NON Industriali
- Cl. Intermedia 100 < UFC < 500
- Cl. Bassa 50 < UFC < 100
- Sale operatorie < 10 UFC
- Cl. A < 1 UFC

Il trattamento di purificazione dell'aria mediante l'unità CITY M si è rilevata efficace già dopo la prima ora ed in maniera ancora più importante dopo circa 20 ore di funzionamento continuo. In questo modo infatti, la purificazione dell'aria in studio durante la notte ovvero senza la presenza contestuale di sorgenti interne ha permesso una considerevole riduzione anche della frazione microbiologica raggiungendo la classe Bassa secondo le linee guida europee di riferimento. Anche in sala d'attesa, sebbene la situazione microbiologica sia probabilmente natura differente e l'ambiente fruisca di un fattore di diluizione naturale con l'ingresso/uscita dei pazienti il CITY M contribuisce ad una netta riduzione sia del particolato che della frazione microbiologica.



- Amb. NON Industriali
- Cl. Alta UFC > 500
- Industriali
- Cl. Intermedia 100 < UFC < 500
- Cl. Bassa 50 < UFC < 100
- Sale operatorie < 10 UFC
- Cl. A < 1 UFC

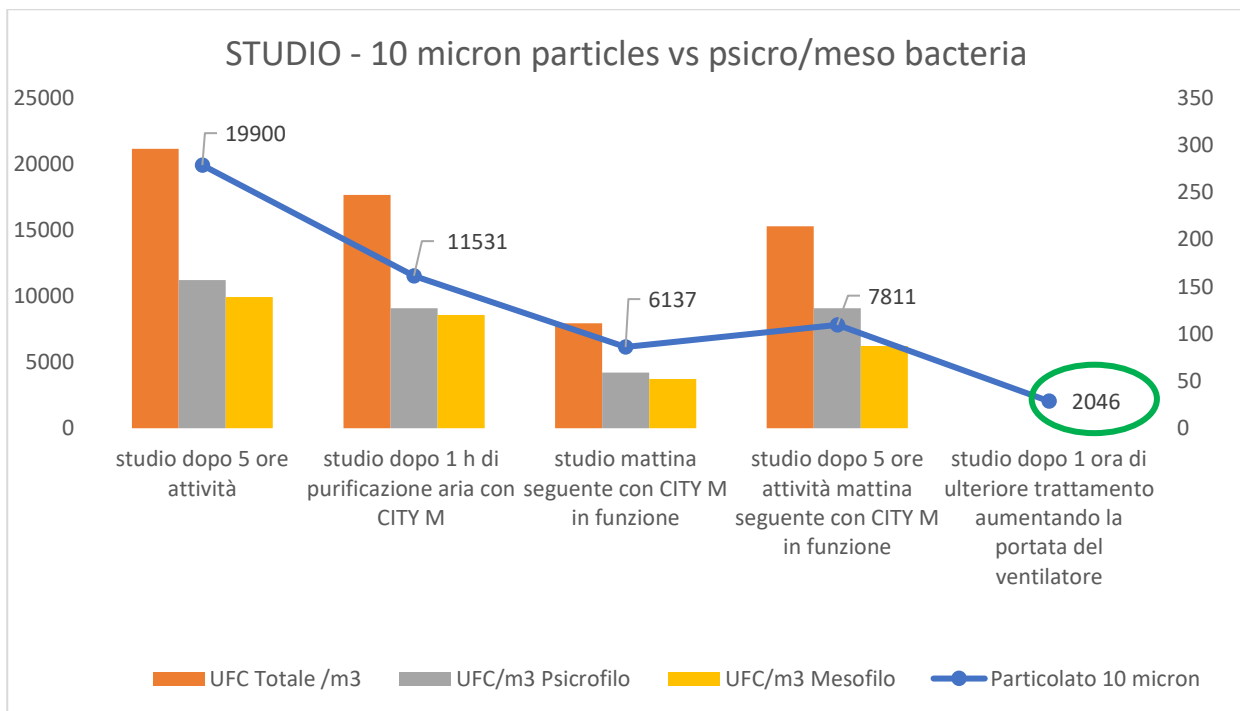
Impatto delle attività normali in studio quali sorgenti di contaminazione interna e livello possibile atteso di IAQ rispetto alle linee guida di riferimento

Per comprendere al meglio l'impatto delle sorgenti di contaminazione interna umane si è preso in considerazione la frazione di particolato avente diametro pari a 10micron. Tenuto conto infatti della tabella sui tempi di sedimentazione del particolato aerodisperso questa frazione rappresenta una sorta di "caso peggiore" per la diffusione delle sorgenti interne ma anche, essendo queste particelle aggregatori di particolato e batteri di diametro inferiore, un KPI di riferimento per l'effetto di purificazione ambientale ottenuto con il CITY M.

Tempi di sedimentazione per 2,5 mt:	
Diametro particella	Tempo
150 µm	5,4 secondi
20 µm	3,5 secondi
5,0 µm	55 minuti
0,5 µm	3 giorni
0,1 µm	34 giorni

Importante notare:

- all'abbattimento del particolato 10 micron si riducono entrambe le famiglie di batteri presi in esame (psicrofili e mesofili)
- dopo 5 ore di attività eseguite, sebbene il purificatore d'aria sia in funzione, questo non è sufficiente a garantire il mantenimento del livello di pulizia ottenuto durante la notte
- le sorgenti interne di maggiore impatto sono i batteri psicrofili ovvero la carica microbiologica che indica la contaminazione dovuta a fattori ambientali
- **aumentando successivamente la portata del ventilatore del CITY M si riduce dopo solo 1 h il livello del particolato 10 micron raggiungendo il valore minimo misurato.**



Conclusioni:

La qualità dell'aria negli ambulatori dentistici, sebbene non sia normata come in ambito ospedaliero rappresenta sempre di più un fattore importante per la riduzione del rischio dovuto ad "airborne infection" sia per i pazienti che per gli operatori .

In questo caso i livelli misurati di contaminazione particellare ma soprattutto microbiologica si assestano a livelli intermedi in prossimità del riunito ed anche alti nella sala d'aspetto.

L'utilizzo del purificatore d'aria Camfil CITY M si è rivelato di semplice installazione ed uso ma soprattutto efficace per la riduzione di entrambi i parametri particellari e microbiologici anche a portate di ricircolo medio basse sia in prossimità del riunito sia nella sala d'aspetto.

Un corretto dimensionamento dei ricambi d'aria purificata rispetto al volume dell'ambulatorio e l'impatto delle sorgenti interne potrà portare ad un livello stabile classificabile BASSO rispetto alle linee guida di riferimento europee.

REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020 **(this document updates March 17 version, updates will follow as necessary)**

How to operate and use building services in order to prevent the spread of the coronavirus disease (COVID-19) virus (SARS-CoV-2) in workplaces

Introduction

In this document REHVA summarizes advice on the operation and use of building services in areas with a coronavirus disease (COVID-19) outbreak, in order to prevent the spread of COVID-19 depending on HVAC or plumbing systems related factors. Please read the advice below as *interim* guidance; the document may be complemented with new evidence and information when it becomes available.

The suggestions below are meant as an addition to the general guidance for employers and building owners that is presented in the WHO document [‘Getting workplaces ready for COVID-19’](#). The text below is intended primarily for HVAC professionals and facility managers, but may be useful for e.g. occupational and public health specialists.

In the following the building related precautions are covered and some common overreactions are explained. The scope is limited to commercial and public buildings (e.g. offices, schools, shopping areas, sport premises etc) where only occasional occupancy of infected persons is expected; hospital and healthcare facilities (usually with a larger concentration of infected people) are excluded.

The guidance is focused to temporary, easy-to-organize measures that can be implemented in existing buildings which are still in use with normal occupancy rates. The advice is meant for a short period depending on how long local outbreaks last.

Disclaimer:

This REHVA document is based on best available evidence and knowledge, but in many aspects’ corona virus (SARS-CoV-2) information is so limited or not existing that previous SARS-CoV-1 evidence¹ has been utilized for best practice recommendations. REHVA excludes any liability for any direct, indirect, incidental damages or any other damages that would result from, or be connected with the use of the information presented in this document.

¹ In the last two decades we are confronted with three coronavirus disease outbreaks: (i) SARS in 2002-2003 (SARS-CoV-1), (ii) MERS in 2012 (MERS-CoV) and Covid-19 in 2019-2020 (SARS-CoV-2). In the present document our focus is on the last aspect of SARS-CoV-2 transmission. When it is referred to the SARS outbreak in 2002-2003 we will use the name of SARS-CoV-1 virus at that time.

Transmission routes

Important for every epidemic are the transmission routes of the infectious agent. In relation to COVID-19 the standard assumption is that the following two transmission routes are dominant: via large droplets (droplets/particles emitted when sneezing or coughing or talking) and via surface (fomite) contact (hand-hand, hand-surface etc.). A third transmission route that is gaining more attention from the scientific community is the faecal-oral route.

The faecal-oral transmission route for SARS-CoV-2 infections is implicitly recognized by WHO, see their latest technical briefing of March 2, 2020ⁱ. In this document they propose as precautionary measure to flush toilets with closed lid. Additionally, they suggest avoiding dried-out drains in floors and other sanitary devices by regularly adding water (every 3 weeks depending on climate) so that the water seal works properly. This is in line with an observation during the SARS 2002-2003 outbreak: open connections with sewage systems appeared to be a transmission route in an apartment building in Hong Kong (Amoy Garden)ⁱⁱ. It is known that flushing toilets are creating plumes containing droplets and droplet residue when toilets are flushed with open lids. And we know that SARS-CoV-2 viruses have been detected in stool samples (reported in recent scientific papers and by the Chinese authorities)^{iii,iv,v}. In addition, a comparable incident was recently reported in an apartment complex (Mei House). Therefore, the conclusion is that the faecal-oral transmission routes can't be excluded as transmission route.

Via air there are two exposure mechanisms^{vi,vii}:

1. Close contact transmission through large droplets (> 10 microns), which are released and fall to surfaces not further than about 1-2 m from the infected person. Droplets are formed from coughing and sneezing (sneezing forms many more particles typically). Most of these large droplets fall on nearby surfaces and objects - such as desks and tables. People could catch the infection by touching those contaminated surfaces or objects; and then touching their eyes, nose or mouth. If people are standing within 1-2 meter of an infected person, they can catch it directly by breathing in droplets sneezed or coughed out or exhaled by them.
2. Airborne transmission through small particles (< 5 microns), which may stay airborne for hours and can be transported long distances. These are also generated by coughing and sneezing and talking. Small particles (droplet nuclei or residue) form from droplets which evaporate (10 microns droplets evaporate in 0.2 s) and desiccate. The size of a coronavirus particle is 80-160 nanometre^{2,viii} and it remains active for many hours or couple of days (unless there is specific cleaning)^{ix,x,xi}. SARS-CoV-2 remains active up to 3 hours in indoor air and 2-3 days on room surfaces at common indoor conditions^{xii}. Such small virus particles stay airborne and can travel long distances carried by airflows in the rooms or in the extract air ducts of ventilation systems. Airborne transmission has caused infections of SARS-CoV-1 in the past^{xiii,xiv}. For Corona disease (COVID-19) it is likely but not yet documented. There is also no reported data or studies to rule out the possibility of the airborne-particle route. One indication for this: Corona virus SARS-CoV-2 has been isolated from swabs taken from exhaust vents in rooms occupied by infected patients. This mechanism implies that keeping 1-2 m distance from infected persons might not be enough and increasing the ventilation is useful because of removal of more particles³.

² 1 nanometer = 0.001 micron

³ Personal respiratory protection measures such as respirators and solid visors are out of the scope of this document.

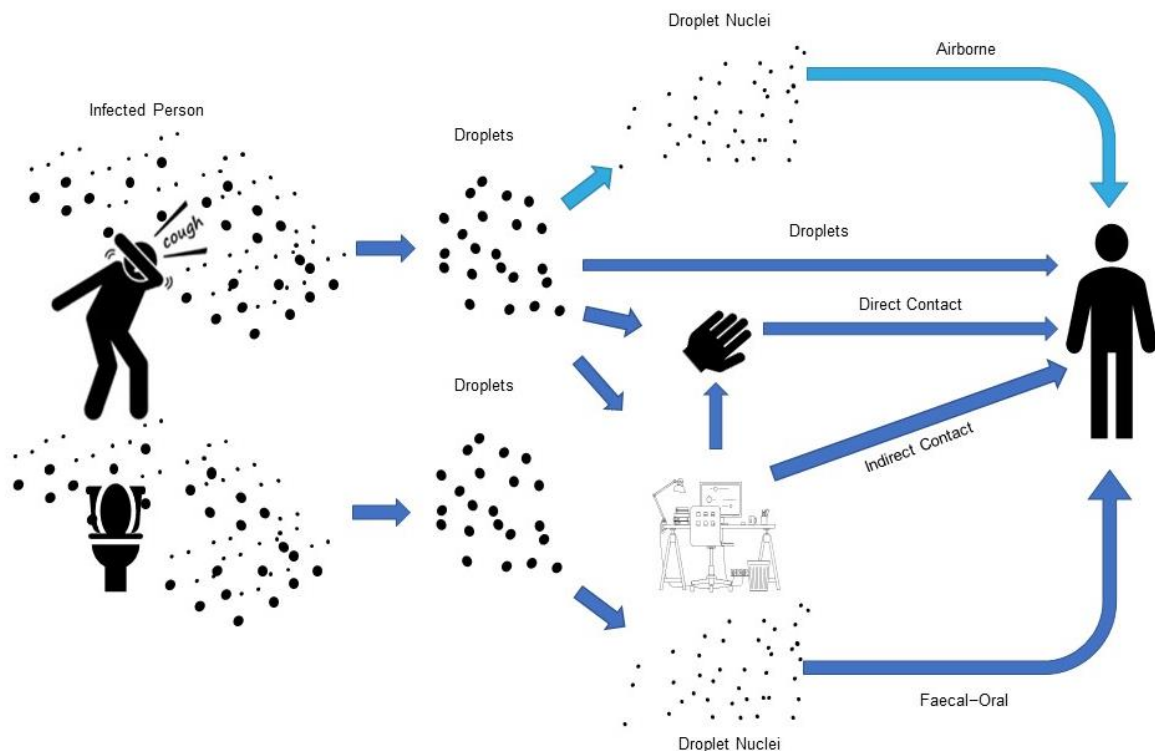


Figure 1. WHO reported exposure mechanisms of COVID-19 SARS-CoV-2 droplets (dark blue colour). Light blue colour: airborne mechanism that is known from SARS-CoV-1 and other flu, currently there is no reported evidence specifically for SARS-CoV-2 (figure: courtesy Francesco Franchimon).

With SARS-CoV-2 the airborne route - infection through exposure to droplet nuclei particles - has currently acknowledged by WHO for hospital procedures and indirectly through the guidance to increase ventilation^{xv}. It may exist when certain conditions are met (i.e. opportunistic airborne) according to China national Health Commission (unpublished result). Airborne transmission can be possible according to Japanese authority under certain circumstances, such as when talking to many people at a short distance in an enclosed space, there is a risk of spreading the infection even without coughing or sneezing^{xvi}. Latest study^{xvii} concluded that aerosol transmission is plausible, as the virus can remain viable in aerosols for multiple hours. Another recent study^{xviii} that analysed superspreading events showed that closed environments with minimal ventilation strongly contributed to a characteristically high number of secondary infections. The manuscript draft discussing airborne transmission concludes that evidence is emerging indicating that SARS-CoV-2 is also transmitted via airborne particles^{xix}.

Conclusion in relation to the airborne transmission route:

At this date we need all efforts to manage this pandemic from all fronts. Therefore REHVA proposes, especially in 'hot spot' areas to use the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) and to take a set of measures that help to also control the airborne route in buildings (apart from standard hygiene measures as recommended by WHO, see the 'Getting workplaces ready for COVID-19' document).

Practical recommendations for building services operation

Increase air supply and exhaust ventilation

In buildings with mechanical ventilation systems extended operation times are recommended. Change the clock times of system timers to start ventilation at nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time. In demand-

controlled ventilation systems change CO₂ setpoint to lower, 400 ppm value, in order to assure the operation at nominal speed. Keep the ventilation on 24/7, with lowered (but not switched off) ventilation rates when people are absent. In buildings that have been vacated due to the pandemic (some offices or educational buildings) it is not recommended to switch ventilation off, but to operate continuously at reduced speed. Considering a springtime with small heating and cooling needs, the recommendations above have limited energy penalties, while they help to remove virus particles out of the building and to remove released virus particles from surfaces.

The general advice is to supply as much outside air as reasonably possible. The key aspect is the amount of fresh air supplied per person. If, due to smart working utilization, the number of employees is reduced, do not concentrate the remaining employees in smaller areas but maintain or enlarge the social distancing (min physical distance 2-3 m between persons) among them in order to foster the ventilation cleaning effect.

Exhaust ventilation systems of toilets should always be kept on 24/7, and make sure that under-pressure is created, especially to avoid the faecal-oral transmission.

Use more window airing

General recommendation is to stay away from crowded and poorly ventilated spaces. In buildings without mechanical ventilation systems it is recommended to actively use operable windows (much more than normally, even when this causes some thermal discomfort). Window airing then is the only way to boost air exchange rates. One could open windows for 15 min or so when entering the room (especially when the room was occupied by others beforehand). Also, in buildings with mechanical ventilation, window airing can be used to further boost ventilation.

Open windows in toilets with passive stack or mechanical exhaust systems may cause a contaminated airflow from the toilet to other rooms, implying that ventilation begins to work in reverse direction. Open toilet windows then should be avoided. If there is no adequate exhaust ventilation from toilets and window airing in toilets cannot be avoided, it is important to keep windows open also in other spaces in order to achieve cross flows throughout the building.

Humidification and air-conditioning have no practical effect

Relative humidity (RH) and temperature contribute to virus transmission indoors affecting virus viability, droplet nuclei forming and susceptibility of occupants' mucous membranes. Transmission of some viruses in buildings can be limited by changing air temperatures and humidity levels. In the case of COVID-19 this is unfortunately not an option as coronaviruses are quite resistant to environmental changes and are susceptible only for a very high relative humidity above 80% and a temperature above 30 °C^{ix,x,xi}, which are not attainable and acceptable in buildings for other reasons (e.g. thermal comfort and microbial growth). SARS-CoV-2 has been found highly stable for 14 days at 4 °C; 37 °C for one day and 56 °C for 30 minutes were needed to inactivate the virus^{xx}.

SARS-CoV-2 stability (viability) has been tested at typical indoor temperature of 21-23 °C and RH of 65% with very high virus stability at this RH^{xxi}. Together with previous evidence on MERS-CoV it is well documented that humidification up to 65% may have very limited or no effect on stability of SARS-CoV-2 virus. Therefore, the evidence does not support that moderate humidity (RH 40-60%) will be beneficial in reducing viability of SARS-CoV-2, thus the humidification is NOT a method to reduce the viability of SARS-CoV-2.

Small droplets under interest (0.5 - 10 micron) will evaporate fast under any relative humidity (RH) level^{xxii}. Nasal systems and mucous membranes are more sensitive to infections at very low RH of 10-20 %^{xxiii,xxiv}, and this is the reason for which some humidification in winter is sometimes suggested (to levels of 20-30%). This indirect need for humidification in winter in the COVID-19 case is not relevant however given the incoming climatic conditions (from March onwards we expect indoor RH higher than 30% in all European climates without humidification).

Thus, in buildings equipped with centralized humidification, there is no need to change humidification systems' setpoints (usually 25 or 30%^{xxv}). Considering the springtime that is about to start, these systems should not be in operation anyhow. Heating and cooling systems can be operated

normally as there are no direct implications on COVID-19 spread. Usually, any adjustment of setpoints for heating or cooling systems is not needed.

Safe use of heat recovery sections

Under certain conditions virus particles in extract air can re-enter the building. Heat recovery devices may carry over virus attached to particles from the exhaust air side to the supply air side via leaks. Regenerative air to air heat exchangers (i.e. rotors, called also enthalpy wheels) may be sensitive for considerable leaks in the case of poor design and maintenance. For properly operating rotary heat exchangers, fitted with purging sectors and correctly set up, leakage rates are about the same as that of plate heat exchangers being in the range of 1-2%. For existing systems, the leakage should be below 5%, and has to be compensated with increase of outdoor air ventilation according to EN 16798-3:2017. However, many rotary heat exchangers may not be properly installed. The most common fault is that the fans have been mounted in such a way that higher pressure on the exhaust air side is created. This will cause leakage from extract air into the supply air. The degree of uncontrolled transfer of polluted extract air can in these cases be of the order of 20%^{xxvi}, that is not acceptable. It is shown that rotary heat exchangers, which are properly constructed, installed and maintained, have almost zero transfer of particle-bound pollutants (including air-borne bacteria, viruses and fungi), but the transfer is limited to gaseous pollutants such as tobacco smoke and other smells^{xxvii}. Thus, there is no evidence that virus-bearing particles starting from 0.1 micron would be an object of carry over leakage. Because the leakage rate does not depend on the rotation speed of rotor, it is not needed to switch rotors off. Normal operation of rotors makes it easier to keep ventilation rates higher. It is known that the carry-over leakage is highest at low airflow, thus higher ventilation rates are recommended.

If leaks are suspected in the heat recovery sections, pressure adjustment or bypassing (some systems may be equipped with bypass) can be an option in order to avoid a situation where higher pressure on extract side will cause air leakages to supply side. Pressure differences can be corrected by dampers or by other reasonable arrangements. In conclusion, we recommend to inspect the heat recovery equipment including the pressure difference measurement. To be on the safe side, the maintenance personnel should follow standard safety procedures of dusty work, including wearing gloves and respiratory protection.

Virus particle transmission via heat recovery devices is not an issue when a HVAC system is equipped with a twin coil unit or another heat recovery device that guarantees 100% air separation between return and supply side^{xxviii}.

No use of recirculation

Virus particles in return ducts can also re-enter a building when centralized air handling units are equipped with recirculation sectors. It is recommended to avoid central recirculation during SARS-CoV-2 episodes: close the recirculation dampers (via the Building Management System or manually). In case this leads to problems with cooling or heating capacity, this has to be accepted because it is more important to prevent contamination and protect public health than to guarantee thermal comfort.

Sometimes air handling units and recirculation sections are equipped with return air filters. This should not be a reason to keep recirculation dampers open as these filters normally do not filter out particles with viruses effectively since they have standard efficiencies (G4/M5 or ISO coarse/ePM10 filter class)^{xxix} and not HEPA efficiencies.

Some systems (fan coil and induction units) work with local (room level) circulation. If possible (no significant cooling need) these units are recommended to be turned off to avoid resuspension of virus particles at room level (esp. when rooms are used normally by more than one occupant). Fan coil units have coarse filters which practically do not filter small particles but still might collect particles. On the fan coil heat exchanger surface, it is possible to inactivate the virus by heating up fan coils to 60 °C during one hour or 40 °C during one day.

If fan coils cannot be switched off, it is recommended that their fans are operated continuously

because the virus can sediment in filters and resuspension boost can follow when the fan is turned on. In continuous circulation operation virus particles will be removed with exhaust ventilation.

Duct cleaning has no practical effect

There have been overreactive statements recommending to clean ventilation ducts in order to avoid SARS-CoV-2 transmission via ventilation systems. Duct cleaning is not effective against room-to-room infection because the ventilation system is not a contamination source if above guidance about heat recovery and recirculation is followed. Viruses attached to small particles will not deposit easily in ventilation ducts and normally will be carried out by the air flow anyhow^{xxx}. Therefore, no changes are needed to normal duct cleaning and maintenance procedures. Much more important is to increase fresh air supply, avoid recirculation of air according to the recommendations above.

Change of outdoor air filters is not necessary

In COVID-19 context, it has been asked should the filters to be replaced and what is the protection effect in very rare occasions of outdoor virus contamination, for instance if air exhausts are close to air intakes. Modern ventilation systems (air handling units) are equipped with fine outdoor air filters right after the outdoor air intake (filter class F7 or F8⁴ or ISO ePM2.5 or ePM1) which filtrate well particulate matter from outdoor air. The size of a naked coronavirus particle of 80-160 nm^{viii} (PM0.1) is smaller than the capture area of F8 filters (capture efficiency 65-90% for PM1), but many of such small particles will settle on fibres of the filter by diffusion mechanism. SARS-CoV-2 particles also aggregate with larger particles which are already within the capture area of filters. This implies that in rare cases of virus contaminated outdoor air, standard fine outdoor air filters provide a reasonable protection for a low concentration and occasionally spread viruses in outdoor air.

Heat recovery and recirculation sections are equipped with less effective extract air filters (G4/M5 or ISO coarse/ePM10) which aim is to protect equipment from dust. These filters do not have to filter out small particles as virus particles will be ventilated out by exhaust air (see also the recommendation not to use recirculation under 'no use of recirculation').

From the filter replacement perspective, normal maintenance procedures can be used. Clogged filters are not a contamination source in this context, but they reduce supply airflow which has a negative effect on indoor contaminations itself. Thus, filters must be replaced according to normal procedure when pressure or time limits are exceeded, or according to scheduled maintenance. In conclusion, we do not recommend changing existing outdoor air filters and replace them with other type of filters nor do we recommend changing them sooner than normal.

HVAC maintenance personnel could be at risk when filters (especially extract air filters) are not changed in line with standard safety procedures. To be on the safe side, always assume that filters have active microbiological material on them, including viable viruses. This is particularly important in any building where there recently has been an infection. Filters should be changed with the system turned off, while wearing gloves, with respiratory protection, and disposed of in a sealed bag.

Room air cleaners can be useful in specific situations

Room air cleaners remove effectively particles from air which provides a similar effect compared to ventilation. To be effective, air cleaners need to have at least HEPA filter efficiency. Unfortunately, most of attractively priced room air cleaners are not effective enough. Devices that use electrostatic filtration principles (not the same as room ionizers!) often work quite well too. Because the airflow through air cleaners is limited, the floor area they can effectively serve is normally quite small, typically less than 10 m². If one decides to use an air cleaner (again: increasing regular ventilation often is much more efficient) it is recommended to locate the device close to the breathing zone. Special UV cleaning equipment to be installed for the supply air or room air treatment is also effective

⁴ An outdated filter classification of EN779:2012 which is replaced by EN ISO 16890-1:2016, Air filters for general ventilation - Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM).

as killing bacteria and viruses but this is normally only a suitable solution for the equipment for health care facilities.

Toilet lid use instructions

If toilet seats are equipped with lids it is recommended to flush the toilets with closed lids in order to minimize the release of droplets and droplet residues from plumes in the air^{xxxi,i}. It is important that water seals work all timeⁱⁱ. Therefore, organise that building occupants are instructed to use the lids.

Summary of practical measures for building services operation

1. Secure ventilation of spaces with outdoor air
2. Switch ventilation to nominal speed at least 2 hours before the building usage time and switch to lower speed 2 hours after the building usage time
3. At nights and weekends, do not switch ventilation off, but keep systems running at lower speed
4. Ensure regular airing with windows (even in mechanically ventilated buildings)
5. Keep toilet ventilation 24/7 in operation
6. Avoid open windows in toilets to assure the right direction of ventilation
7. Instruct building occupants to flush toilets with closed lid
8. Switch air handling units with recirculation to 100% outdoor air
9. Inspect heat recovery equipment to be sure that leakages are under control
10. Switch fan coils either off or operate so that fans are continuously on
11. Do not change heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Do not plan duct cleaning for this period
13. Replace central outdoor air and extract air filters as usually, according to maintenance schedule
14. Regular filter replacement and maintenance works shall be performed with common protective measures including respiratory protection

Feedback

If you are specialist in the issues addressed in this document and you have remarks or suggestions for improvements, feel free to contact us via info@rehva.eu. Please mention 'COVID-19 interim document' as subject when you email us.

Colophon

This document was prepared by a group of REHVA volunteers, the first version in the period March 6-15th 2020. Members of the expert group are:

Prof. Jarek Kurnitski, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee
Atze Boerstra, REHVA vice-president, managing director bba binnenmilieu

Francesco Franchimon, managing director Franchimon ICM

Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University

Jaap Hogeling, manager International Projects at ISSO

Frank Hovorka, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris

Prof. em. Olli Seppänen, Aalto University

This document was reviewed by Prof. Yuguo Li from the University of Hongkong, Prof. Shelly Miller from the University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki from the Technical University of Denmark and Prof. Lidia Morawska from the Queensland University of Technology.

Literature

This document is partly based on a literature survey, the scientific papers and other documents that were used can be found in this document:

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_Literature_COVID-19_guidance_document_ver2_20200402.pdf

-
- i WHO, 2020b
 - ii Hung, 2003
 - iii WHO, 2020a
 - iv Zhang et al, 2020
 - v Guan W-J et al, 2020
 - vi Luongo et la, 2016
 - vii Li et al, 2007
 - viii Monto, 1974
 - ix Doremalen et al, 2013
 - x Ijaz et al, 1985
 - xi Casanova et al, 2010
 - xii Doremalen et al, 2020
 - xiii Li et al, 2005a
 - xiv Li et al, 2005b
 - xv WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
 - xvi Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare
 - xvii Doremalen et al, 2020
 - xviii Nishiura et al, 2020
 - xix Allen and Marr, 2020
 - xx Chin et al, 2020
 - xxi Doremalen et al, 2020
 - xxii Morawska, 2006
 - xxiii Salah et al, 1988
 - xxiv Kudo et al, 2019
 - xxv ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
 - xxvi Carlsson et al, 1995
 - xxvii Ruud, 1993
 - xxviii Han et al, 2005
 - xxix Fisk et al, 2002
 - xxx Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in vwntilation ducts. Atmospheric Environment. 37(39-40): 5597-5609.
 - xxxi Best et al, 2012

CTI

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

UNI
10339

Air-conditioning systems for thermal comfort in buildings - General, classification and requirements - Offer, order and supply specifications

SOMMARIO

1.	Scopo e campo di applicazione	pag.	2
2.	Riferimenti	"	2
3.	Grandezze, simboli e unità di misura	"	2
4.	Definizioni	"	3
5.	Classificazione degli impianti	"	4
5.1.	Funzioni svolte	"	5
5.2.	Modalità di funzionamento	"	5
5.3.	Localizzazione dei trattamenti	"	6
6.	Regole per la richiesta d'offerta	"	6
6.1.	Richiesta generica di progetto - offerta	"	7
6.2.	Richiesta in base ad un progetto di massima del committente	"	7
6.3.	Richiesta in base ad un progetto esecutivo del committente	"	7
7.	Regole per la presentazione dell'offerta	"	8
7.1.	Generalità	"	8
7.2.	Progetto - offerta	"	8
7.3.	Offerta in base ad un progetto di massima del committente	"	9
7.4.	Offerta in base ad un progetto esecutivo del committente	"	9
8.	Regole per l'ordine e la fornitura	"	9
8.1.	Esame dell'offerta	"	9
8.2.	Elementi che costituiscono il contratto	"	9
8.3.	Variazioni delle informazioni e delle norme di riferimento	"	11
8.4.	Obblighi dell'installatore	"	11
9.	Requisiti degli impianti	"	11
9.1.	Qualità e movimento dell'aria	"	12
9.2.	Condizioni termiche e condizioni igrometriche	"	20
	Appendice A (informativa) - Indici di affollamento	"	23
	Appendice B (informativa) - Parametri di qualità accettabile dell'aria esterna	"	25
	Appendice C (informativa) - Velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato	"	26
	Appendice D (normativa) - Condizioni termoigrometriche esterne estive di progetto	"	27
	Appendice E (informativa) - Riferimenti legislativi	"	31

(segue)

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di fogli di aggiornamento. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o foglio di aggiornamento.

1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma fornisce la classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi degli impianti e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi, l'individuazione degli elementi che il committente deve indicare nella richiesta di offerta e quelli che il fornitore deve indicare nella presentazione dell'offerta, i documenti per l'ordinazione e l'indicazione delle condizioni da rispettare nel corso della fornitura degli impianti aeraulici utilizzati ai fini di benessere.

Essa si applica agli impianti aeraulici destinati al benessere delle persone, installati in edifici chiusi.

Essa non considera:

- gli impianti per la climatizzazione invernale degli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale per i quali si rimanda alla UNI 8852;
- gli impianti destinati a scopi diversi, quali per esempio quelli per la conservazione di prodotti deteriorabili o per la realizzazione di condizioni adatte per particolari lavorazioni industriali (impianti di processo);
- gli impianti di solo riscaldamento invernale e raffrescamento estivo senza immissione meccanica di aria esterna.

2. Riferimenti

UNI 7832	Filtri d'aria per particelle a media efficienza - Prova in laboratorio e classificazione
UNI 7833	Filtri d'aria per particelle ad alta ed altissima efficienza - Prova in laboratorio e classificazione
UNI 8852	Impianti di climatizzazione invernale per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale - Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo
ISO 7730	Ambienti termici moderati - Determinazione degli indici PMV e PPD e specifica delle condizioni per il benessere termico

3. Grandezze, simboli e unità di misura

Grandezza	Simbolo	Unità di misura SI
Affollamento di riferimento	n	-
Attività metabolica	M	W/m ^{2*}
Contenuto igrometrico assoluto	X	kg/kg
Indice di affollamento per unità di superficie	n_s	1/m ²
Intervallo giornaliero di escursione termica della temperatura esterna	ΔT_{ge}	°C
Latitudine	Lat.	-
Longitudine	Long.	-
Altitudine sul livello del mare	H	m
Portata di aria esterna	Q_o	m ³ /s
Portata di aria in estrazione	Q_e	m ³ /s
Portata specifica di aria esterna per persona	Q_{op}	m ³ /s
Portata specifica di aria esterna per persona, minima	Q_{opmin}	m ³ /s
Portata specifica di aria esterna per persona, effettiva	Q_{ope}	m ³ /s

(segue prospetto)

<i>(seguito del prospetto)</i>		
Grandezza	Simbolo	Unità di misura SI
Portata specifica di aria esterna per unità di superficie	Q_{os}	$m^3/(s m^2)$
Resistenza termica specifica dell'abbigliamento	I_{cl}	$m^2 C/W^{**}$
Temperatura a bulbo asciutto	T_{bs}	$^{\circ}C$
Temperatura a bulbo asciutto dell'aria esterna	T_{bse}	$^{\circ}C$
Temperatura a bulbo asciutto dell'aria ambiente	T_{bsa}	$^{\circ}C$
Temperatura media radiante	T_{mr}	$^{\circ}C$
Tempo	τ	s
Umidità relativa dell'aria esterna	UR_e	_***
Umidità relativa dell'aria ambiente	UR_a	_***
Velocità dell'aria in ambiente	v_a	m/s
Velocità di variazione della temperatura nell'unità di tempo	$dT_{bs}/d\tau$	$^{\circ}C/s$
Velocità di variazione dell'umidità relativa nell'unità di tempo	$dUR/d\tau$	1/s
Volume netto interno di un locale	V	m^3

* Si segnala che è ancora in uso l'unità di misura non SI, met, che corrisponde a $58,2 W/m^2$.

** Si segnala che è ancora in uso l'unità di misura non SI, clo, che corrisponde a $0,155 m^2 ^{\circ}C/W$.

*** Unità adimensionale generalmente espressa in per cento.

4. Definizioni

- 4.1. qualità dell'aria:** Caratteristica dell'aria trattata che risponde ai requisiti di purezza. Essa non contiene contaminanti noti in concentrazioni tali da arrecare danno alla salute e causare condizioni di malessere per gli occupanti. I contaminanti, contenuti sia nell'aria di rinnovo che in quella ricircolata, sono gas, vapori, microrganismi, fumo e altre sostanze particolate.
- 4.2. climatizzazione:** Realizzazione e mantenimento simultaneo negli ambienti delle condizioni termiche, igrometriche, di qualità e movimento dell'aria comprese entro i limiti richiesti per il benessere delle persone.
- 4.3. condizionamento dell'aria:** Trattamento volto a conseguire la qualità dell'aria e le caratteristiche termoigrometriche richieste.
- 4.4. termoventilazione:** Realizzazione e mantenimento simultaneo negli ambienti delle condizioni di cui in 4.2, escluso il controllo igrometrico.
- 4.5. ventilazione:** Realizzazione e mantenimento negli ambienti delle condizioni di cui in 4.2, escluso il controllo termico ed, eventualmente, il controllo igrometrico.
- 4.6. impianto aeraulico:** Insieme di apparecchiature, dispositivi, accessori e controlli necessari per realizzare la desiderata qualità dell'aria nelle condizioni prefissate.
- 4.7. impianto per la climatizzazione (o di condizionamento dell'aria), per la termoventilazione, per la ventilazione:** Impianto aeraulico destinato ad espletare le funzioni di cui, rispettivamente, in 4.2, 4.4 e 4.5.
- 4.8. volume convenzionale occupato:** Porzione del locale delimitata dalle seguenti superfici:
- il pavimento;
 - una superficie orizzontale posta ad una altezza di 1,80 m al di sopra del pavimento;
 - superfici verticali poste a distanza di 0,60 m da ciascuna delle pareti del locale o dalle apparecchiature per la climatizzazione ambientale.

(segue)

- 4.9. affollamento di riferimento:** Numero di persone considerate contemporaneamente presenti nel locale ai fini progettuali.
- 4.10. disegno esecutivo:** Elaborato grafico contenente l'identificazione, l'ubicazione e le caratteristiche dimensionali dei materiali e delle apparecchiature costituenti l'impianto.
- 4.11. disegno costruttivo:** Elaborato grafico quotato necessario per la realizzazione delle opere in cantiere.

5. Classificazione degli impianti

Gli impianti aeraulici sono classificati con un codice alfanumerico composto da una lettera seguita da un numero di almeno tre cifre le cui posizioni individuano:

- funzioni svolte,
- modalità di funzionamento,
- localizzazione dei trattamenti,

secondo la codificazione indicata nel prospetto I.

Prospetto I - Codificazione

Posizione	Lettera	Cifra	Significato
1	X	-	impianti per climatizzazione
	Y	-	impianti per termoventilazione
	Z	-	impianti per ventilazione
2	-	0	servizio permanente
		1	servizio invernale
		2	servizio estivo
3	-	0	funzionamento continuo
		1	funzionamento discontinuo periodico
		2	funzionamento discontinuo aperiodico
4	-	0	trattamento centralizzato
		1	trattamento centralizzato dell'aria esterna
		2	trattamento locale

Esempio di codificazione di un impianto per climatizzazione in servizio permanente con funzionamento discontinuo periodico e trattamento centralizzato dell'aria esterna: X011.

5.1. Funzioni svolte

Le funzioni svolte dagli impianti considerati nella presente norma sono riassunte nel prospetto II.

Prospetto II - Funzioni svolte

Tipo di impianto	Funzione svolta					
	F	(F)	R	C	U	D
per climatizzazione	X	-	X	X	X	X
per climatizzazione invernale	X	-	X	-	X	X
	X	-	X	-	X	-
per climatizzazione estiva	X	-	-	X	X	X
	X	-	-	X	-	X
per termoventilazione	X	-	X	X	-	-
per termoventilazione invernale	X	-	X	-	-	-
per termoventilazione estiva	X	-	-	X	-	-
per ventilazione	-	X	-	-	X	X
	-	X	-	-	X	-
	-	X	-	-	-	X
	-	X	-	-	-	-
F = filtrazione (F) = filtrazione opzionale R = riscaldamento C = raffrescamento U = umidificazione D = deumidificazione						

- 5.1.1. impianti per climatizzazione:** Rispondono ai requisiti di cui in 4.2 in tutte le stagioni.
- 5.1.2. impianti per climatizzazione invernale:** Rispondono ai requisiti di cui in 5.1.1 limitatamente al periodo invernale.
- 5.1.3. impianti per climatizzazione estiva:** Rispondono ai requisiti di cui in 5.1.1 limitatamente al periodo estivo.
- 5.1.4. impianti per termoventilazione:** Rispondono ai requisiti di cui in 4.4 in tutte le stagioni.
- 5.1.5. impianti per termoventilazione invernale:** Rispondono ai requisiti di cui in 5.1.4 limitatamente al periodo invernale.
- 5.1.6. impianti per termoventilazione estiva:** Rispondono ai requisiti di cui in 5.1.4 limitatamente al periodo estivo.
- 5.1.7. impianti per ventilazione:** Rispondono ai requisiti di cui in 4.5 in tutte le stagioni.
- 5.2. Modalità di funzionamento**
- 5.2.1. impianti a funzionamento continuo:** Atti a mantenere con continuità, nelle 24 h, le condizioni prefissate.
- 5.2.2. impianti a funzionamento discontinuo periodico:** Atti a mantenere le condizioni prefissate per alcune ore della giornata o in certi giorni della settimana.

(segue)

5.2.3. impianti a funzionamento discontinuo aperiodico: Atti a mantenere le condizioni prefissate per periodi saltuari e per durate irregolari.

5.3. Localizzazione dei trattamenti

5.3.1. impianti con trattamento centralizzato: Caratterizzati da unità centrali per il condizionamento dell'aria esterna e dell'aria di ricircolo. Questi impianti possono essere muniti di unità terminali locali. Appartengono, per esempio, a questa classe i seguenti impianti:

5.3.1.1. - a portata costante, distinguendo tra:

- monocanale;
- doppio condotto, caratterizzati da due canali con aria a diverse condizioni termoigrometriche, i cui flussi si miscelano in apposite unità terminali a portata costante;
- multizone.

5.3.1.2. - a portata variabile, distinguendo tra:

- monocanale;
- doppio condotto, caratterizzati da due canali con aria a diverse condizioni termoigrometriche, i cui flussi si miscelano in apposite unità terminali a portata variabile.

5.3.2. impianti con trattamento centralizzato della sola aria esterna e trattamento finale locale: Caratterizzati da:

- unità centrali per il condizionamento dell'aria;
- unità terminali locali per il trattamento termico in ambiente.

Appartengono per esempio a questa classe gli impianti seguenti:

- con terminali con batteria di scambio termico alimentata a due, tre o quattro tubi (ventilconvettori, induttori, ecc.);
- con terminali senza batteria di scambio termico, con o senza ventilatore;
- con pannelli radianti.

5.3.3. impianti con trattamento locale: Caratterizzati da unità atte al trattamento in ambiente sia dell'aria esterna che dell'aria di ricircolo.

Appartengono per esempio a questa classe di impianti:

- unità di trattamento locale dell'aria con presa di aria esterna;
- condizionatori autonomi con presa di aria esterna.

Altri impianti che fanno parte della categoria ma non garantiscono il conseguimento della qualità dell'aria e delle caratteristiche termoigrometriche sono:

- condizionatori da finestra con presa di aria esterna;
- ventilconvettori con presa di aria esterna.

6. Regole per la richiesta d'offerta

La richiesta d'offerta può essere formulata in una delle forme di cui in 6.1, 6.2 e 6.3.

Al momento della richiesta d'offerta, il committente deve:

- specificare i requisiti che si discostano dalle condizioni generali di riferimento contenute in 9;
- specificare le condizioni contrattuali o eventualmente fornire il capitolato.

6.1. Richiesta generica di progetto - offerta

6.1.1. Disegni planimetrici, sezioni e prospetti dell'edificio corredati almeno dalle seguenti indicazioni:

- orientamenti, situazione topografica, edifici circostanti, presenza di piante d'alto fusto;
- composizione e caratteristiche delle strutture e dei componenti architettonici necessari ad individuare il comportamento termico dell'edificio, quale per esempio: stratigrafie, ombre portate da elementi architettonici, caratteristiche dei vetri utilizzati;
- locali o spazi disponibili per ospitare le apparecchiature che compongono l'impianto e posizione delle canne fumarie, delle prese d'aria, degli espulsori, degli esalatori delle colonne di scarico;
- carichi massimi ammissibili delle strutture destinate a sostenere le apparecchiature, espressi in Newton al metro quadrato;
- posizione degli allacciamenti dei servizi esterni (fognature, energia elettrica, acqua di rete, gas naturale, servizi telefonici);
- destinazioni d'uso degli ambienti;
- affollamenti di riferimento; in assenza di riferimenti certi si adottano gli indici di affollamento di cui al prospetto VIII (appendice A);
- valori di potenza termica ceduta all'ambiente dalle eventuali fonti interne di calore (illuminazione, apparecchiature elettriche, altre sorgenti, ecc.) previsti nell'arco della giornata;
- dettaglio degli eventuali usi variabili o discontinui (settimanali o saltuari);
- altri eventuali elementi rilevanti ai fini del dimensionamento degli impianti (per esempio cappe di estrazione d'aria, sorgenti di calore latente diverse dalle persone).

6.1.2. Funzioni e modalità di funzionamento richieste all'impianto, con riferimento alla classificazione di cui in 5.1 e 5.2.

6.2. Richiesta in base ad un progetto di massima del committente

6.2.1. Tutte le indicazioni di cui in 6.1.

6.2.2. Progetto di massima, corredato da:

6.2.2.1. Capitolato speciale comprendente:

- a) tipo di impianto prescelto, con riferimento a quanto specificato in 5.3;
- b) descrizione del suo funzionamento;
- c) caratteristiche principali delle apparecchiature previste.

6.2.2.2. Disegni relativi al progetto di massima, contenenti:

- a) posizione delle apparecchiature e dei dispositivi costituenti l'impianto;
- b) percorsi indicativi delle tubazioni e dei condotti d'aria;
- c) schemi di principio dell'impianto.

6.3. Richiesta in base ad un progetto esecutivo del committente

Progetto esecutivo, composto almeno dalle seguenti parti:

6.3.1. capitolato speciale d'appalto contenente almeno le indicazioni di cui in 6.2.2.1, paragrafi a) e b), e le modalità di collaudo;

6.3.2. specifiche tecniche di fornitura e posa in opera dei materiali e delle apparecchiature;

6.3.3. disegni esecutivi dell'impianto.

Nota - In relazione ai termini economici della richiesta d'offerta (a forfait, a ribasso o rialzo su elenco prezzi unitari, ecc.) possono essere allegati al progetto esecutivo l'elenco dei prezzi unitari e il computo metrico (eventualmente estimativo).

7. Regole per la presentazione dell'offerta

7.1. Generalità

In relazione alle modalità di richiesta di cui in 6.1, 6.2, 6.3, l'offerta è presentata secondo quanto specificato rispettivamente in 7.2, 7.3 e 7.4.

In assenza di espresse indicazioni da parte del committente, i valori di:

- portate di aria esterna;
- parametri termoigrometrici e velocità dell'aria nella zona occupata e corrispondenti valori esterni di progetto,

devono essere quelli indicati nella presente norma.

Per l'identificazione della qualità dei materiali e della componentistica, l'offerta riporta prestazioni e tipi con riferimento a normative tecniche oppure a dati commerciali.

L'offerta comprende anche i materiali e gli accessori di consumo non dettagliatamente descritti ma necessari per consegnare l'impianto completo e funzionante.

Le forniture e prestazioni non costituenti attività relativa all'installazione e non comprese nella fornitura devono essere chiaramente indicate tra le esclusioni.

7.1.1. Chi effettua l'installazione deve precisare tutte le prestazioni e/o forniture di cui richiede la disponibilità a titolo non oneroso, quali per esempio:

- magazzini e depositi di cantiere;
- combustibili ed energia elettrica per l'effettuazione delle prove;
- acqua o altri fluidi di lavoro;
- ogni altro elemento necessario al fine di rendere l'opera compiuta e funzionante.

7.1.2. Chi effettua l'installazione deve specificare inoltre gli eventuali oneri da addebitare al committente durante il periodo di conduzione dell'impianto intercorrente tra l'avviamento e il collaudo, quali per esempio:

- oneri orari per il personale addetto alla conduzione e manutenzione dell'impianto;
- previsione dei tempi necessari di presenza presso l'impianto del personale di cui sopra.

7.1.3. Chi effettua l'installazione deve menzionare esplicitamente le specifiche fornite dal committente e garantire che l'impianto, una volta eseguito, sarà atto a realizzare le condizioni richieste. Inoltre deve dichiarare che l'offerta rispetta le raccomandazioni e le normative tecniche, con particolare riferimento a quelle riguardanti l'igiene, la sicurezza, le misure antinquinamento e di contenimento dei consumi energetici.

7.1.4. L'impianto deve essere garantito, tranne diversa pattuizione, per un periodo di almeno un anno solare dalla firma del verbale di collaudo od, ove non richiesto, di documento equipollente.

La garanzia si riferisce ai materiali utilizzati, ai montaggi, al funzionamento complessivo dell'impianto aeraulico per l'uso cui è destinato quale definito nei documenti contrattuali di cui in 8.2.

Nota - Costituiscono documenti equipollenti, ad esempio:

- *il pagamento del saldo contrattuale;*
- *l'emissione del Certificato di Regolare Esecuzione.*

7.2. Progetto - offerta

La presentazione del progetto - offerta in base alle prescrizioni di cui in 6.1, implica la scelta dei parametri di calcolo, dei criteri progettuali e del tipo di impianto più adatto a soddisfare le richieste del committente.

In particolare il progetto - offerta deve contenere quanto di seguito riportato.

7.2.1. Una o più tabelle riassuntive:

- dei parametri assunti a base del calcolo, tra cui condizioni interne ed esterne di riferimento nonché portate di aria esterna introdotta e velocità dell'aria negli ambienti climatizzati;
- delle condizioni di funzionamento delle apparecchiature in corrispondenza del massimo carico dell'impianto;
- dei massimi valori di velocità dell'acqua e dell'aria e delle perdite di carico rispettivamente nelle tubazioni e nei condotti d'aria.

7.2.2. Relazione tecnica illustrativa dell'impianto con l'indicazione almeno di:

- impianto prescelto, con riferimento a quanto specificato in 5.3;
- caratteristiche funzionali dei principali apparati e componenti: portate e prevalenze di pompe e ventilatori, condizioni termoigrometriche dei trattamenti d'aria, potenze termiche prodotte da generatori o scambiate in scambiatori di calore, potenze elettriche assorbite;
- sistema di regolazione automatica con indicazione delle modalità e dei parametri di funzionamento nelle diverse stagioni;
- potenza elettrica installata e massima contemporanea e consumi di punta dei combustibili e dell'acqua;
- relative posizioni di consegna.

7.2.3. Disegni descrittivi dell'impianto con le seguenti indicazioni:

- posizione dei principali componenti e eventuali interventi strutturali o edili richiesti per la loro collocazione;
- limiti di fornitura e caratteristiche degli allacciamenti per combustibili, fluidi e energia elettrica (pressioni, portate, tensioni, potenze elettriche, livelli di temperatura, ecc.).

7.3. Offerta in base ad un progetto di massima del committente

L'installatore deve fornire quanto specificato in 7.2, tranne le indicazioni già contenute nel progetto di massima di cui in 6.2.

7.4. Offerta in base ad un progetto esecutivo del committente

L'installatore deve soddisfare le prescrizioni del committente e attenersi ai risultati tecnici emergenti dal progetto esecutivo. Esso deve compilare, ove richiesto, il computo metrico a sua cura e adempiere a quanto altro specificato nella richiesta d'offerta.

8. Regole per l'ordine e la fornitura**8.1. Esame dell'offerta**

Oltre a effettuare una valutazione tecnico-economica, il committente deve verificare le dichiarazioni presentate dall'installatore per quanto riguarda il rispetto dei Regolamenti in vigore e delle norme e prescrizioni di igiene, di sicurezza, antinquinamento, per il contenimento dei consumi energetici e altre.

Nota - Tale verifica è di particolare importanza in relazione alle eventuali responsabilità del committente e dell'installatore nei confronti di terzi.

8.2. Elementi che costituiscono il contratto

Il contratto è costituito dagli elementi necessari e sufficienti ad individuare la concreta volontà delle parti.

Il contratto comprende:

- capitolato generale o condizioni contrattuali;
- capitolati speciali;
- ogni altro elemento accessorio atto a definire e qualificare i rapporti tra le parti contraenti.

In alternativa costituiscono contratto:

- ordine e conferma d'ordine
- oppure
- offerta ed accettazione d'offerta, insieme ai documenti contrattuali di cui in 8.2.1.

Nota - Il contratto o, in alternativa, la conferma d'ordine oppure l'accettazione d'offerta, deve essere datato e sottoscritto dalle parti e deve riportare le qualifiche dei sottoscrittenti.

La rispondenza tra fornitura e specifiche contrattuali può essere accertata tramite collaudo. Ove non esplicitamente indicato nei documenti contrattuali, il collaudatore è nominato dal committente.

8.2.1. Documenti contrattuali

Documenti contrattuali sono, in particolare:

- richiesta d'offerta;
- specifiche d'ordine;
- offerte, nonché le lettere di intenti intercorse tra le parti ed altri documenti modificativi dell'offerta o dell'ordine;
- cataloghi e bollettini tecnici;
- la presente norma, ove richiamata.

8.2.2. Oneri convenzionali

Ove non già espressamente dettagliato nella richiesta di offerta o nella presentazione d'offerta, in sede di definizione del contratto devono essere chiaramente indicati gli oneri convenzionali a carico dell'installatore e quelli a carico del committente.

Tra tali oneri convenzionali si citano, per esempio:

- manovalanza meccanica di aiuto ai montatori;
- opere accessorie edili quali l'esecuzione di fori, tracce, passaggi, fissaggi, ecc. con esclusione di opere sulle strutture portanti;
- materiali di consumo e combustibili di lavoro;
- materiali di finitura a corredo degli impianti, quali per esempio: mensole, bracciali, fascette, targhette indicatrici e segnaletiche, verniciature protettive, ecc.;
- reti interne di distribuzione e scarico dei fluidi e di distribuzione dell'energia dai limiti di fornitura; in particolare sottoquadri e linee elettriche sino alle utenze;
- opere murarie (camini in muratura, muri tagliafuoco, cavedi, cunicoli, predisposizioni, interventi su strutture portanti, ecc.);
- basamenti delle apparecchiature che lo richiedano (su disegno dell'installatore);
- fornitura di energia elettrica e di acqua per i servizi di cantiere;
- isolamenti termici necessari all'ottenimento delle trasmittanze previste in sede di offerta e quelli necessari per ridurre l'effetto di surriscaldamento di locali prossimi a centrali termiche, camini, sottostazioni di scambio e simili;
- correzioni acustiche dei locali rumorosi necessarie al rispetto delle norme specifiche;
- illuminazione dei luoghi di lavoro nel rispetto delle norme specifiche;
- locali spogliatoio, ufficio, magazzino chiuso ad uso del personale dell'installatore;
- spazi adeguati al magazzinaggio, alla lavorazione e al montaggio;
- sorveglianza generale.

8.2.3. Disegni esecutivi e disegni costruttivi

Il responsabile dei lavori verifica le attività di cantiere e coordina i rapporti con gli enti preposti ai fini della sicurezza.

L'installatore, nei termini stabiliti dal responsabile dei lavori, deve presentare i disegni esecutivi dell'impianto entro la scadenza concordata. Tale data, comunque, non può essere imposta prima di 20 d dalla firma del contratto.

I disegni costruttivi devono essere approvati per iscritto dal responsabile dei lavori, previa verifica della corrispondenza con la situazione di fatto.

Eventuali varianti rispetto al contratto dovranno essere documentate.

Nota - I disegni costruttivi sono redatti in corso d'opera e presentati su richiesta del responsabile dei lavori. Essi, aggiornati alla fine dei lavori, costituiscono la documentazione "come costruito" di cui in 8.4. Disegni costruttivi sono per esempio:

- *quelli in scala adeguata necessari per lo sviluppo di punti complessi, quali centrali, sottocentrali, cunicoli, cavedi;*
- *i dettagli dei supporti;*
- *i collegamenti delle singole apparecchiature.*

8.3. Variazione delle informazioni e delle norme di riferimento

Le offerte generalmente sono redatte sulla base di informazioni tecniche e norme in vigore prima della data di presentazione dell'offerta e hanno validità almeno per 3 mesi successivi a tale data, salvo diversa indicazione nella richiesta d'offerta o, in assenza di tale indicazione, diversa proposizione nell'offerta stessa.

Variazioni di materiali e di apparecchi a causa di sopravvenute variazioni di norme tecniche o di disposizioni legislative costituiscono cause di forza maggiore.

8.4. Obblighi dell'installatore

Salvo diversa pattuizione contrattuale è onere dell'installatore eseguire:

- prove di funzionamento dei singoli componenti di impianto secondo le istruzioni del fabbricante e dopo avere verificato l'efficienza delle protezioni di sicurezza;
- prove di funzionamento dell'impianto nel suo complesso;
- taratura ed equilibratura dei circuiti idraulici ed aeraulici,

riassumendo i risultati su appositi moduli e verificandone la congruenza con i dati di progetto.

È altresì onere dell'installatore fornire:

- certificazioni a corredo di apparecchiature per le quali queste sono richieste;
- disegni "come costruito" dell'impianto e schemi dettagliati delle regolazioni automatiche e dei quadri elettrici compresi nella fornitura;
- istruzioni per l'uso e la manutenzione delle singole apparecchiature e dell'impianto nel suo complesso (manuale operativo);
- elenco dei pezzi di ricambio e di consumo dei principali componenti.

Per l'esecuzione delle prove di collaudo l'installatore deve mettere a disposizione, ove richiesto, il personale occorrente.

9. Requisiti degli impianti

La sensazione termica dell'uomo è legata al bilancio di energia del corpo.

Al progettista si raccomanda di utilizzare un metodo di calcolo per prevedere la sensazione termica e il grado di benessere delle persone esposte ad un ambiente termicamente moderato.

Al fine di garantire accettabili livelli di benessere per gli occupanti contemperando le esigenze di contenimento dei consumi energetici, fatte salve le precisazioni e le eccezioni che verranno riportate più oltre, gli impianti aeraulici per la climatizzazione devono consentire il mantenimento delle condizioni ambientali di seguito descritte.

Tali condizioni devono essere mantenute in presenza delle corrispondenti grandezze esterne di progetto della località di installazione dell'impianto.

L'impianto aeraulico deve consentire di raggiungere e mantenere:

- le condizioni di qualità e movimento dell'aria in accordo con le prescrizioni di cui in 9.1;
- le condizioni termiche e le condizioni igrometriche dell'aria specifiche delle funzioni assegnate (vedere 5.1), in accordo con le prescrizioni di cui in 9.2.

Le caratteristiche di qualità e movimento dell'aria, termiche ed igrometriche devono essere mantenute nel volume convenzionale occupato dalle persone nei locali trattati.

La rispondenza ai requisiti è verificata in fase di collaudo mediante le prove prescritte.

Nota - Condizioni particolari d'immissione dell'aria nel volume convenzionale occupato (quali per esempio: immissioni localizzate dal pavimento) devono essere specificate esplicitamente nei documenti contrattuali.

9.1. Qualità e movimento dell'aria

L'impianto deve assicurare:

- un'immissione d'aria esterna pari o maggiore ai valori minimi, per ciascun tipo di destinazione d'uso, di cui in 9.1.1, riferiti o al numero di persone presenti, o alla superficie in pianta, o al volume dell'ambiente;
- una filtrazione minima convenzionale dell'aria (esterna e ricircolata) tramite impiego di filtri di classe appropriata, per ciascun tipo di locale, secondo le indicazioni di cui in 9.1.2;
- una movimentazione dell'aria (nel volume convenzionale occupato) con velocità comprese entro i limiti di cui in 9.1.3.

Nota - Sorgenti interne di inquinanti, derivanti per esempio: da materiali presenti (da costruzione, di arredo, ecc.), o da attrezzature, oppure sorgenti esterne ai locali, quali per esempio: attività industriali o artigianali con emissioni inquinanti, scarichi di veicoli di trasporto, ecc. richiedono specifica valutazione e devono essere esplicitamente richiamate nei documenti contrattuali. In tali casi le caratteristiche dell'impianto devono comunque assicurare condizioni ambientali igieniche e di benessere, anche mediante deroga alle indicazioni qui specificate. Ai fini del ricambio dell'aria si conviene che la qualità dell'aria esterna sia considerata accettabile qualora siano soddisfatti i parametri indicativi di cui al prospetto IX riportato nell'appendice B.

9.1.1. Portate di aria esterna e di estrazione

Le portate di aria esterna e di estrazione da adottare per le diverse tipologie edilizie sono contenute nel prospetto III. In detto prospetto:

- le portate di aria esterna Q_o sono riferite alle condizioni normali di 15 °C, 101,325 kPa, aria secca;
- la conversione da portate volumetriche a portate massiche si effettua facendo riferimento ad una massa volumica pari a 1,225 kg/m³;
- le condizioni indicate si riferiscono ad impianti a regime: è consigliata la riduzione delle portate di aria esterna ed eventualmente il funzionamento a totale ricircolo durante la fase di transitorio termico di avviamento dell'impianto precedente alla utilizzazione dei locali;

- il progettista deve verificare la congruenza dei valori esposti con il rispetto di valori previsti da leggi e regolamenti, anche applicati in base a disposizioni locali. A titolo informativo in appendice E sono riportate disposizioni legislative vigenti al momento dell'emissione della presente norma;
- l'indicazione "estrazioni" indica che le portate di aria esterna, immesse negli ambienti di stazionamento, devono essere estratte, nelle quantità necessarie, preferibilmente attraverso i locali indicati che devono, quindi, essere mantenuti in depressione.

In assenza di informazioni certe, si adottano gli affollamenti desumibili dal prospetto VIII di cui all'appendice A.

Prospetto III - Portate di aria esterna in edifici adibiti ad uso civile

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	Q_{os} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$)	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI			
RESIDENZE A CARATTERE CONTINUATIVO			
- Abitazioni civili:			
• soggiorni, camere da letto	11	-	
• cucina, bagni, servizi		estrazioni	A
- Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:			
• sale riunioni	9*	-	-
• dormitori/camere	11	-	-
• cucina	-	16,5	-
• bagni/servizi		estrazioni	A
RESIDENZE OCCUPATE SALTUARIAMENTE			
Vale quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo			
ALBERGHI, PENSIONI ecc.			
• ingresso, soggiorni	11	-	-
• sale conferenze (piccole)	5,5*	-	-
• auditori (grandi)	5,5*	-	-
• sale da pranzo	10	-	-
• camere da letto	11	-	-
• bagni, servizi		estrazioni	-
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI			
• uffici singoli	11	-	-
• uffici open space	11	-	-
• locali riunione	10*	-	-
• centri elaborazione dati	7	-	-
• servizi		estrazioni	A

(segue prospetto)

<i>(seguito del prospetto)</i>			
Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	Q_{os} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$)	
OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI **			
• degenze (2-3 letti)	11	-	-
• corsie	11	-	-
• camere sterili	11	-	-
• camere per infettivi		-	D
• sale mediche/soggiorni	8,5	-	-
• terapie fisiche	11	-	-
• sale operatorie/sale parto	-		D
• servizi		estrazioni	A
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE ASSOCIATIVE DI CULTO E ASSIMILABILI			
CINEMA, TEATRI, SALE PER CONGRESSI			
• atrî, sale di attesa, bar		estrazioni	-
• platee, loggioni, aree per il pubblico, sale cinematografiche, sale teatrali, sale per riunioni senza fumatori	5,5*	-	-
• palcoscenici, studi TV	12,5*	-	-
• sale riunioni con fumatori	10*	-	-
• servizi		estrazioni	A
• borse titoli	10*	-	-
• sale attesa stazioni e metropolitane, ecc.		estrazioni	A
MOSTRE, MUSEI, BIBLIOTECHE, LUOGHI DI CULTO			
• sale mostre, pinacoteche, musei	6*	-	-
• sale lettura biblioteche	5,5*	-	-
• depositi libri	-	1,5	-
• luoghi di culto	6*	-	-
• servizi		estrazioni	A
BAR, RISTORANTI, SALE DA BALLO			
• bar	11	-	A
• pasticcerie	6	-	A
• sale pranzo ristoranti e self-service	10	-	-
• sale da ballo	16,5*	-	-
• cucine	-	16,5	-
• servizi		estrazioni	A
ATTIVITÀ COMMERCIALI E ASSIMILABILI			
- grandi magazzini - piano interrato	9	-	B
- grandi magazzini - piani superiori	6,5	-	-
- negozi o reparti di grandi magazzini:			
• barbieri, saloni bellezza	14	-	-
• abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	11,5	-	-
• alimentari, lavasecco, farmacie	9	-	-
- zone pubblico banche, quartieri fieristici	10	-	-

*(segue prospetto)**(segue)*

<i>(seguito del prospetto)</i>			
Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	Q_{op} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ per persona)	Q_{os} ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s m}^2$)	
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA			
PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI			
- piscine (sala vasca) • spogliatoi/servizi	-	2,5 estrazioni	C A
- saune	-	2,5	C
PALESTRE E ASSIMILABILI			
- palazzetti sportivi	6,5*	-	-
- bowling	10	-	-
- palestre			
• campi gioco	16,5*	-	-
• zone spettatori	6,5*	-	-
- altri locali			
• spogliatoi/servizi atleti		estrazioni	A
• servizi pubblico		estrazioni	A
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE E ASSIMILABILI			
- asili nido e scuole materne	4	-	-
- aule scuole elementari	5	-	-
- aule scuole medie inferiori	6	-	-
- aule scuole medie superiori	7	-	-
- aule universitarie	7	-	-
• transiti, corridoi	-	-	-
• servizi		estrazioni	A
- altri locali:			
• biblioteche, sale lettura	6	-	-
• aule musica e lingue	7	-	-
• laboratori	7	-	-
• sale insegnanti	6	-	-
* Salvo le indicazioni di cui in 9.1.1.1.			
** Per gli ambienti di questa categoria non è ammesso utilizzare aria di ricircolo.			
Note : A - <i>Ricambio richiesto nei servizi igienici:</i>			
- edifici adibiti a residenza e assimilabili 0,0011 vol/s (4 vol/h);			
- altre categorie in tabella 0,0022 vol/s (8 vol/h),			
il volume è quello relativo ai bagni (antibagni esclusi).			
B - <i>Verificare i regolamenti locali.</i>			
C - <i>Valori più elevati possono essere richiesti per il controllo dell'umidità.</i>			
D - <i>Per questi ambienti le portate d'aria devono essere stabilite in relazione alle prescrizioni vigenti ed alle specifiche esigenze delle singole applicazioni.</i>			

9.1.1.1. Locali di pubblico spettacolo e di riunione

Nei locali di pubblico spettacolo o di riunione la portata effettiva Q_{ope} è determinata, in funzione del rapporto tra il volume V e l'affollamento n , espresso in metri cubi per persona, con la seguente procedura:

per $V/n \leq 15$ vale $Q_{ope} = Q_{op}$ (prospetto III)
 per $V/n \geq 45$ si applica il metodo A
 per $15 < V/n < 45$ si applica il metodo B

Metodo A

La portata effettiva Q_{ope} viene assunta uguale a Q_{opmin} come di seguito riportato:

Q_{op} (vedere prospetto III) 10 ⁻³ m ³ /s per persona	Q_{opmin}^* 10 ⁻³ m ³ /s per persona
fino a 7	4
da 7 a 10	5,5
da 10 a 12,5	7
oltre 12,5	8,5

* Q_{opmin} è la portata di aria esterna, per persona, minima consentita.

Metodo B

La portata effettiva Q_{ope} è determinata applicando la seguente formula:

$$Q_{ope} = Q_{op} + m (V/n - 15)$$

dove: Q_{op} è la portata di aria esterna per persona secondo il prospetto III;
 $m = (Q_{opmin} - Q_{op}) / (45-15)$.

La rappresentazione grafica della procedura è riassunta nella fig. 1.

In considerazione delle esigenze di risparmio energetico, gli impianti aeraulici relativi ai locali di pubblico spettacolo o di riunione devono essere dotati di un sistema manuale od automatico di controllo della portata d'aria esterna immessa nei locali in funzione del numero di persone effettivamente presenti.

9.1.1.2. Correzione in funzione dell'altitudine, H , sul livello medio del mare

Le portate Q_{op} di cui al prospetto III devono essere corrette in funzione dell'altitudine moltiplicando il relativo valore per il coefficiente correttivo ricavato dal prospetto IV, se necessario mediante interpolazione lineare.

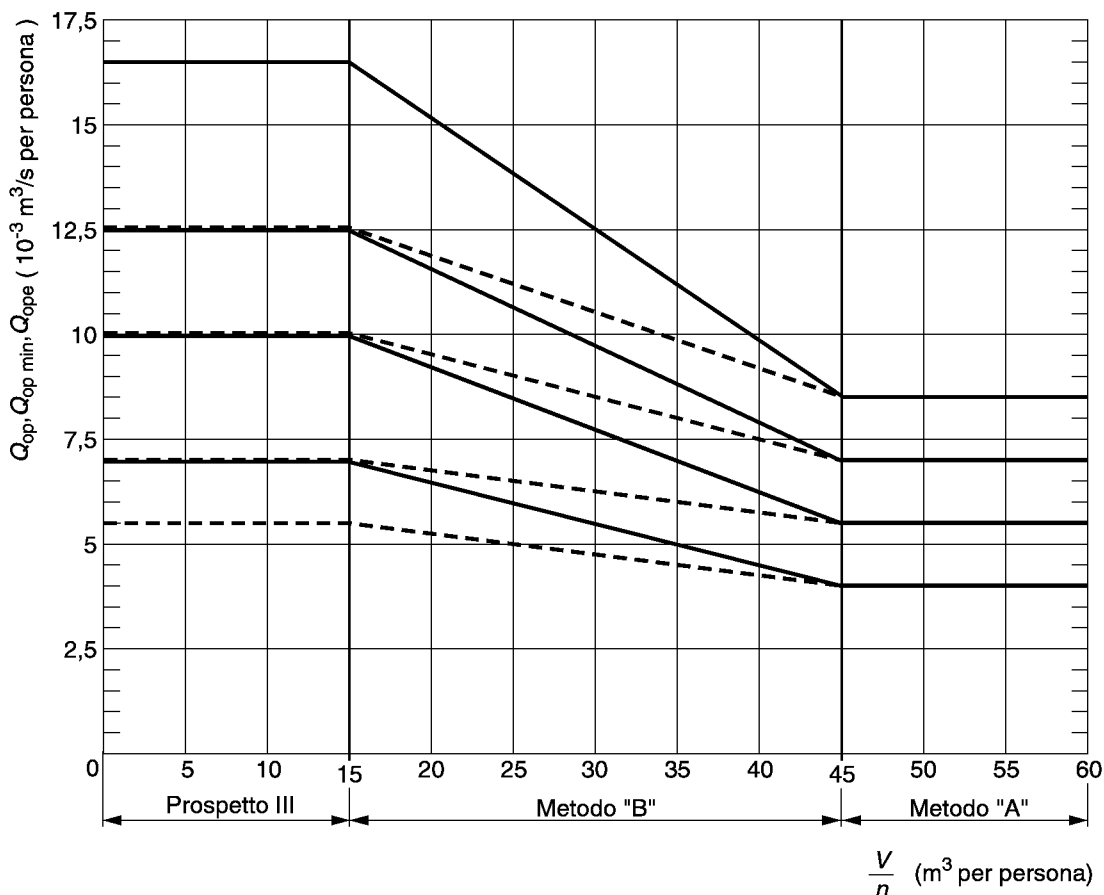


Fig. 1 - Locali di pubblico spettacolo e di riunione - Andamento delle portate di aria esterna in funzione del rapporto $\frac{V}{n}$

Prospetto IV - Coefficiente correttivo in funzione dell'altitudine H sul livello medio del mare

Altitudine H m s.l.m.	Coefficiente correttivo
0	1,00
500	1,06
1 000	1,12
1 500	1,18
2 000	1,25
2 500	1,31
3 000	1,38

9.1.1.3. Presa di aria esterna

La presa di aria esterna non deve essere posta:

- in prossimità di una strada di grande traffico;
- in prossimità di una ribalta di carico/scarico automezzi;
- in zona prossima a scarichi di fumi o prodotti della combustione;
- in punti vicini ad espulsioni industriali, di servizi igienici o comunque di aria viziata o contaminata; in tal caso la velocità in uscita del flusso d'aria deve essere scelta in modo da allontanare il più possibile il flusso d'aria dal fabbricato e consentire un'efficace diluizione con aria esterna;
- in vicinanza di torri di raffreddamento o torri evaporative;
- ad una altezza minore di 4 m dal piano stradale più elevato di accesso all'edificio.

(segue)

Deve anche essere considerata la direzione dei venti dominanti e la posizione relativa di sorgenti di inquinamento rispetto alla posizione della presa di aria esterna.

9.1.2. Filtrazione dell'aria

L'efficienza di filtrazione si intende determinata in accordo alla classificazione di cui al prospetto V.

Prospetto V - Classificazione dei filtri

Classe	Efficienza del filtro E	Campo di efficienza %	Metodo di prova
1	M	$E < 65$	ponderale
2	M	$65 \leq E < 80$	ponderale
3	M	$80 \leq E < 90$	ponderale
4	M	$90 \leq E$	ponderale
5	A	$40 \leq E < 60$	atmosferico
6	A	$60 \leq E < 80$	atmosferico
7	A	$80 \leq E < 90$	atmosferico
8	A	$90 \leq E < 95$	atmosferico
9	A	$95 \leq E$	atmosferico
10	AS	$95 \leq E < 99,9$	fiamma sodio
11	AS	$99,9 \leq E < 99,97$	fiamma sodio
12	AS	$99,97 \leq E < 99,99$	fiamma sodio
13	AS	$99,99 \leq E < 99,999$	fiamma sodio
14	AS	$99,999 \leq E$	fiamma sodio

M = media efficienza
A = alta efficienza
AS = altissima efficienza e filtri assoluti

Per i metodi di prova vedere UNI 7832 e UNI 7833.

Ogni filtro avente una data efficienza di filtrazione deve essere preceduto da un filtro avente efficienza compresa nella categoria precedente.

Si possono quindi avere tre casi:

M
M + A
M + A + AS

Per gli impianti di cui in 5.3.1 e per il trattamento centralizzato degli impianti di cui in 5.3.2 la filtrazione dell'aria esterna e ricircolata riferita alle differenti tipologie caratteristiche di edifici deve essere assicurata tramite l'impiego di filtri secondo le indicazioni di cui al prospetto VI.

La filtrazione deve essere effettuata sia sull'aria esterna che sull'aria di ricircolo.

Particolare cura deve essere posta nell'individuare la posizione dei filtri sul circuito aeraulico, che deve essere tale da non compromettere la qualità dell'aria raggiunta con eventuali sorgenti di polvere a valle dei filtri.

In funzione della qualità dell'aria esterna e ricircolata, nonchè delle caratteristiche dell'unità di trattamento possono essere differenziati i trattamenti di filtrazione dell'aria esterna e dell'aria ricircolata.

Prospetto VI - Classi di filtri e efficienza di filtrazione richieste per varie categorie di edifici

Classificazione degli edifici per categorie	Classe ** di filtri		Efficienza di filtrazione**
	min.	max.	
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI:			
- abitazioni civili	4	7	M* , M + A
- collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi	4	7	M* , M + A
- alberghi, pensioni	5	7	M + A
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI			
• uffici in genere	5	7	M + A
• locali riunione	5	7	M + A
• centri elaborazione dati	6	9	M + A
OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI			
• degenze (2-3 letti)	6	8	M + A
• corsie	6	8	M + A
• camere sterili e infettivi	10	11	M + A + AS
• maternità, anestesia, radiazioni	10	11	M + A + AS
• prematuri, sale operatorie	11	12	M + A + AS
• visita medica	6	8	M + A
• soggiorni, terapie fisiche	6	8	M + A
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO			
- cinematografi, teatri, sale congressi	5	6	M + A
- musei, biblioteche	7	9	M + A
- luoghi di culto	4	6	M* , M + A
- bar, ristoranti, sale da ballo			
• bar in genere	3	5	M* , M + A
• sale pranzo ristoranti	5	6	M + A
• sale da ballo	3	5	M* , M + A
• cucine	2	4	M
ATTIVITÀ COMMERCIALI E ASSIMILABILI			
- grandi magazzini	4	6	M* , M + A
- negozi in genere	4	6	M* , M + A
- negozi particolari:			
• alimentari	5	6	M + A
• fotografi	5	6	M + A
• farmacie	5	6	M + A
- zona pubblico banche	4	6	M* , M + A
- quartieri fieristici	2	3	M

(segue prospetto)

<i>(seguito del prospetto)</i>			
Classificazione degli edifici per categorie	Classe ** di filtri		Efficienza di filtrazione**
	min.	max.	
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVE			
- piscine, saune ed assimilabili	4	6	M*, M + A
- palestre e assimilabili	2	4	M
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE			
- scuole materne ed elementari	7	9	M + A
- aule in genere	5	6	M + A
- altri locali:			
• aule musica e lingue	6	7	M + A
• laboratori	6	7	M + A
* Da adottare per efficienze sino a 4.			
** Per la definizione dei simboli vedere prospetto V.			

9.1.3. Movimento dell'aria

La distribuzione dell'aria deve garantire che il flusso di aria immesso si misceli convenientemente con l'aria ambiente in tutto il volume convenzionale occupato.

La velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato deve rispettare i valori riportati, per ciascuna tipologia di locali, nel prospetto X di cui in appendice C, a meno di esplicite e motivate richieste o riserve.

Nei locali di stazionamento possono essere installate griglie di estrazione o di ripresa, purchè la loro ubicazione sia la più lontana possibile dai luoghi di normale permanenza delle persone. In questi casi è tollerata una velocità massima di 0,30 m/s in corrispondenza della superficie luogo dei punti distanti 0,60 m dal perimetro della griglia. Deve comunque essere verificata la compatibilità tra la velocità frontale della griglia e le condizioni di rumorosità richieste nell'ambiente.

9.2. Condizioni termiche e condizioni igrometriche

9.2.1. Condizioni termiche e condizioni igrometriche invernali

9.2.1.1. Condizioni esterne

- **temperatura bulbo secco T_{bse}** : salvo diverse prescrizioni si adottano i valori indicati nelle vigenti norme UNI;
- **umidità relativa UR_e** : si assume, ai fini del dimensionamento, una umidità relativa pari al 60%.

9.2.1.2. Condizioni interne

- **temperatura bulbo secco T_{bsa}** : si adotta una temperatura di progetto ≤ 20 °C;
- **umidità relativa UR_a** : si assume una umidità relativa di progetto compresa tra il 35 e il 45%.

È ammessa una temperatura maggiore del valore sopra riportato nei casi di cui in 9.2.5.

Nota - Una temperatura minore di 20 °C può, per esempio, essere consentita a causa di valori diversi di:

- attività fisica,
- resistenza termica del vestiario,
- temperatura media radiante (per esempio in caso di adozione di impianti a pannelli radianti),

rispetto ai valori di riferimento di cui in 9.2.3.

(segue)

9.2.2. Condizioni termiche e condizioni igrometriche estive

9.2.2.1. Condizioni esterne

I dati climatici disponibili per alcune località italiane sono riportati in appendice D. Per estrapolare i dati per le altre località italiane, fare riferimento alla località topograficamente più vicina applicando le correzioni riportate in D 1.

9.2.2.2. Condizioni interne

- **temperatura bulbo secco T_{bsa}** : si adotta una temperatura di progetto ≥ 26 °C;
- **umidità relativa UR_a** : si assume una umidità relativa di progetto compresa tra il 50 e il 60%.

È ammessa una temperatura minore del valore sopra riportato nei casi di cui in 9.2.5.

Nota - Una temperatura dell'aria maggiore di 26 °C può per esempio, essere consentita a causa di una temperatura media radiante nel locale diversa da quella di riferimento di cui in 9.2.3 (per esempio: impianti a pannelli radianti).

9.2.2.3. Altre grandezze di progetto

Per altre grandezze di progetto quali:

- irraggiamento solare e ombre portate;
- apporti termici interni (illuminazione, forza motrice, ecc.),

si devono adottare valori di uso corrente nella progettazione degli impianti, reperibili nella letteratura tecnica; i valori adottati devono essere documentati nel progetto.

Devono essere esplicitamente menzionate condizioni particolari che richiedano valori modificati rispetto a quelli di uso corrente.

Per il calcolo degli apporti interni dovuti alla presenza di persone, in assenza di espliciti riferimenti, si applicano gli indici di affollamento di cui al prospetto VIII in appendice A.

9.2.3. Limiti di validità delle condizioni indicate

Le grandezze di cui in 9.2.1.2 e 9.2.2.3 sono atte ad assicurare il benessere termoigrometrico nelle seguenti ipotesi:

- a) gli occupanti devono trovarsi in regime termoigrometrico di equilibrio con le condizioni ambiente (periodo di permanenza maggiore di 15 min); le grandezze sono riferite ad ambienti con stazionamento di persone;
- b) le condizioni di benessere sono funzione del livello di attività metabolica e del grado di resistenza termica del vestiario degli occupanti; le grandezze indicate trovano validità entro i valori tipici riportati nel prospetto VII;
- c) la temperatura media radiante delle pareti è compresa entro un intervallo di ± 4 °C rispetto al valore di progetto assunto per la temperatura a bulbo secco;
- d) non devono essere presenti particolari asimmetrie radianti, ossia differenze tra le temperature radianti di superfici piane orientate in verso opposto, entro le quali opera il soggetto;
- e) la variazione delle precedenti grandezze nell'unità di tempo non deve superare i seguenti valori:

$$dT_{bs} / d\tau \leq 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ °C/s } (\leq 1 \text{ °C/h})$$

$$dUR / d\tau \leq 10 \cdot 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ 1/s } (\leq 10\%/h)$$

Prospetto VII - Limiti di validità delle condizioni di benessere riportate in 9.2.1.2 e 9.2.2.3 in funzione dell'attività metabolica e della resistenza termica dell'abbigliamento

		In condizioni invernali	In condizioni estive
Attività metabolica	M_r	$\geq 70 \text{ W/m}^2$	$\leq 116 \text{ W/m}^2$
Resistenza termica dell'abbigliamento	I_{cl}	$\geq 0,14 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$	$\leq 0,09 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

9.2.4. Condizioni particolari di progetto

Il progettista, nel caso ritenga necessario adottare condizioni differenti da quelle riportate e in particolare temperature minori a 20 °C in inverno e maggiori di 26 °C in estate, deve espressamente segnalare tale fatto, dandone adeguata giustificazione e verificando che si ottengano egualmente condizioni di benessere. La verifica deve essere eseguita in accordo alla procedura di cui alla ISO 7730, calcolata imponendo una percentuale massima di persone insoddisfatte non maggiore del 10% (valore di riferimento assunto per le condizioni sopra descritte).

9.2.5. Eccezioni

Possono costituire eccezione ai valori sopra riportati le seguenti tipologie di edifici:

- ospedali, luoghi di degenza o di cura;
- scuole materne ed elementari;
- luoghi di ricovero e/o di ritrovo per persone anziane;
- palestre;
- edifici pregevoli per arte e storia e quelli destinati a contenere biblioteche, archivi, musei, gallerie, collezioni o comunque oggetti di interesse culturale richiedenti condizioni microclimatiche particolari e che non possano essere confinati in apposite teche;
- luoghi in cui gli occupanti indossino normalmente abbigliamento diverso da quello usuale (per esempio: piscine, luoghi di culto, fiere ed esposizioni, ecc.);
- centri elaborazione dati e centri meccanografici;
- luoghi di transito di persone o con tempo di permanenza minore di 15 min (per esempio: zone per pubblico di edifici bancari, ingressi di alberghi, ecc.).

In questi casi le condizioni prescelte devono essere espressamente giustificate, per esempio con l'applicazione della procedura di cui in 9.2.4 e menzionate nei documenti contrattuali.

9.2.6. Regolazione automatica

Deve essere prevista una regolazione automatica atta a mantenere i valori delle grandezze sopra specificate entro le tolleranze stabilite dalle indicazioni di progetto.

APPENDICE A

(informativa)

Indici di affollamento

La presente appendice, con riferimento a varie categorie di edifici, fornisce i valori degli indici di affollamento (ossia del numero di persone presenti, ai fini progettuali, per ogni metro quadrato di superficie calpestabile).

Gli indici di affollamento si intendono convenzionali. Essi vengono fissati unicamente per i locali in cui sia previsto stazionamento di persone. Non vengono quindi definiti per transiti, corridoi, servizi, ecc.

I valori del prospetto VIII sono da adottarsi solo in assenza di riferimenti certi.

Prospetto VIII - Indici di affollamento n_s per ogni metro quadrato di superficie

Classificazione degli edifici per categorie	n_s
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI	
- abitazioni civili: soggiorni, camere letto	0,04
- collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi:	
• soggiorni	0,20
• sale riunioni	0,60
• dormitori	0,10
• camere letto	0,05
- alberghi, pensioni:	
• ingresso, soggiorni	0,20
• sale conferenze (piccole)	0,60
• camere letto	0,05
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI	
• uffici singoli	0,06
• uffici open space	0,12
• locali riunione	0,60
• centri elaborazione dati	0,08
OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI	
• degenze (2-3 letti)	0,08
• corsie	0,12
• camere sterili e infettive	0,08
• visita medica	0,05
• soggiorni, terapie fisiche	0,20
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO	
- cinematografi, teatri, sale congressi	
• sale in genere	1,50
• biglietterie, ingressi	0,20 (medio)
• borse titoli e simili	0,50
• sale attesa stazioni e metropolitane, ecc.	1,00
<i>(segue prospetto)</i>	

(segue)

<i>(seguito del prospetto)</i>	
Classificazione degli edifici per categorie	n_s
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE, DI CULTO (segue)	
- musei, biblioteche, luoghi di culto	
• sale in genere	0,30
• luoghi culto	0,80
- bar, ristoranti, sale da ballo	
• bar in genere	0,80
• sale pranzo ristoranti	0,60
• sale da ballo	1,00
ATTIVITÀ COMMERCIALI E ASSIMILABILI	
- grandi magazzini	0,25
- negozi o reparti di grandi magazzini:	
• alimentari, abbigliamento, calzature, mobili, ottici, fioristi, fotografi	0,10
• barbieri, saloni di bellezza, lavasecco, farmacie, zona pubblico banche	0,20
- quartieri fieristici	0,20
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA	
- piscine, saune e assimilabili	
• piscine (sala vasca)	0,30
• saune	0,50
• ingressi	0,20
- palestre e assimilabili	
• campi gioco	0,20
• zone spettatori	1,50
• bowling	0,60
• ingressi	0,20
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE	
- asili nido e scuole materne	0,40
- aule scuole elementari, medie inferiori e superiori	0,45
- aule universitarie	0,60
- altri locali:	
• aule musica e lingue	0,50
• laboratori	0,30
• sale insegnanti	0,30

APPENDICE B

(informativa)

Parametri di qualità accettabile dell'aria esterna

La presente appendice fornisce i parametri relativi ai principali contaminanti dell'aria esterna al fine di pervenire ad una valutazione della qualità dell'aria stessa.

Prospetto IX - Parametri di qualità accettabile dell'aria esterna

Contaminante	Lungo termine			Breve termine		
	Concentrazione media			Concentrazione media		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	periodo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	periodo h
Biossido di zolfo (SO_2)	80	0,03	1 anno	365	0,14	24
Particolato totale	75*	-	1 anno	260	-	24
Monossido di carbonio (CO)	-	-	-	40 000	35	1
Monossido di carbonio (CO)	-	-	-	10 000	9	8
Ossidanti (O ₃) (Ozono)	-	-	-	235	0,12	1
Biossido di azoto (NO_2)	100	0,055	1 anno	-	-	-
Piombo	1,5	-	3 mesi	-	-	-

* Media aritmetica.

Nota - *Dati definiti dalla statunitense Environmental Protection Agency (E.P.A. - Agenzia per la protezione dell'ambiente) e tratti dalla norma Ashrae Standard 62-1989 "Ventilazione per una accettabile qualità dell'aria interna".*

(segue)

APPENDICE C

(informativa)

Velocità dell'aria nel volume convenzionale occupato

La presente appendice fornisce i valori della velocità massima dell'aria ammessa all'interno del volume convenzionale occupato.

La velocità dell'aria, v , deve essere messa in relazione alle condizioni termoisometriche di progetto, all'abbigliamento e all'attività fisica dei presenti, in modo da soddisfare i criteri per la valutazione del benessere di cui in 9.2.4.

Prospetto X - Velocità dell'aria, v , nel volume convenzionale occupato

Categorie di edifici	Velocità dell'aria, v , m/s	
	riscaldamento	raffrescamento
EDIFICI ADIBITI A RESIDENZA E ASSIMILABILI: - abitazioni civili, collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi, alberghi, pensioni	da 0,05 a 0,15	da 0,05 a 0,20
EDIFICI PER UFFICI E ASSIMILABILI: - uffici in genere, locali riunione, centri elaborazione dati	da 0,05 a 0,15	da 0,05 a 0,20
OSPEDALI, CLINICHE, CASE DI CURA E ASSIMILABILI: - degenze, corsie, camere sterili ed infettive, visita medica, soggiorni - maternità, anestesia, radiazioni, prematuri, sale operatorie - terapie fisiche	da 0,05 a 0,10 da 0,05 a 0,10 da 0,10 a 0,20	da 0,05 a 0,15 da 0,05 a 0,15 da 0,15 a 0,25
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE, ASSOCIATIVE DI CULTO: - cinematografi, teatri, sale congressi - musei, biblioteche - luoghi di culto - bar, ristoranti - sale da ballo - cucine ristoranti	da 0,05 a 0,15 da 0,05 a 0,15 da 0,10 a 0,20 da 0,10 a 0,15 da 0,15 a 0,25 da 0,15 a 0,30	da 0,05 a 0,20 da 0,05 a 0,20 da 0,10 a 0,20 da 0,10 a 0,20 da 0,15 a 0,25 da 0,20 a 0,40
ATTIVITÀ COMMERCIALI E ASSIMILABILI: - grandi magazzini, negozi in genere, zona pubblico banche - quartieri fieristici	da 0,05 a 0,15 da 0,10 a 0,20	da 0,05 a 0,20 da 0,10 a 0,20
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SPORTIVA: - piscine, saune e assimilabili - palestre e assimilabili	$\leq 0,10$ da 0,15 a 0,25	$\leq 0,10$ da 0,15 a 0,25
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ SCOLASTICHE: - scuole materne e elementari - aule di istituti medie superiori - altri locali	$\leq 0,10$ da 0,05 a 0,15 da 0,05 a 0,15	$\leq 0,10$ da 0,05 a 0,20 da 0,05 a 0,20

(segue)

APPENDICE D

(normativa)

Condizioni termoigrometriche esterne estive di progetto

La presente appendice fornisce le condizioni termoigrometriche esterne estive di progetto per gli impianti di climatizzazione per centoundici località nazionali di riferimento. L'appendice fornisce inoltre i criteri per estendere i suddetti dati di progetto a località non espressamente indicate nell'elenco.

Prospetto XI - Condizioni esterne estive di progetto

Località (stazione metereologica)	T_{bse} °C	ΔT_{ge} °C	UR_e %	X 10^{-3} kg/kg	H m s.l.m.	Lat. Nord	Long. Est Greenwich	Mese più caldo
ALESSANDRIA	30,5	11,0	50	13,7	95	44° 55'	08° 36'	luglio
ASTI	32,0	11,0	50	15,0	152	44° 54'	08° 11'	luglio-agosto
CUNEO	29,0	12,0	55	13,7	536	44° 24'	07° 35'	luglio
TORINO CASELLE	30,5	11,0	50	16,4	282	45° 11'	07° 39'	luglio
VERCELLI	32,0	11,0	55	16,4	135	45° 19'	08° 25'	luglio
AOSTA	29,0	13,0	50	12,6	538	45° 44'	06° 08'	luglio
CAPO MELE	29,0	6,0	55	13,7	221	43° 57'	08° 10'	luglio
GENOVA	30,0	6,0	60	16,0	3	44° 25'	08° 51'	luglio
IMPERIA	29,0	6,0	55	13,7	15	43° 53'	08° 03'	luglio
LA SPEZIA	30,0	6,0	60	16,0	50	44° 06'	09° 49'	luglio
SAN REMO	28,0	6,0	55	13,0	9	43° 49'	07° 48'	luglio
SAVONA	29,0	6,0	55	13,7	24	44° 18'	06° 30'	agosto
BERGAMO ORIO	31,0	13,0	50	14,1	243	45° 40'	09° 43'	luglio
BRESCIA GHEDI	32,0	15,0	48	14,4	120	45° 32'	10° 14'	luglio
COMO	32,0	8,0	50	15,0	200	45° 48'	09° 05'	luglio
CREMONA	33,0	12,0	45	14,2	45	45° 08'	10° 02'	luglio
MANTOVA	33,0	12,0	45	14,2	20	45° 09'	10° 48'	luglio
MILANO LINATE	32,0	12,0	48	14,4	103	45° 26'	09° 46'	luglio-agosto
MILANO MALPENSA	30,5	12,0	50	13,7	211	45° 37'	08° 44'	luglio
PAVIA	32,0	12,0	50	15,0	85	45° 11'	11° 08'	luglio
SONDRIO	30,0	14,0	50	13,3	298	46° 10'	09° 51'	luglio
VARESE	29,0	10,0	50	12,6	382	45° 49'	08° 50'	luglio
BOLZANO	31,5	13,0	45	13,0	241	46° 28'	11° 19'	luglio
TRENTO	31,0	12,0	45	12,6	309	46° 04'	11° 06'	luglio
BELLUNO	31,0	13,0	45	12,6	400	46° 08'	12° 14'	luglio-agosto
PADOVA	32,5	13,0	50	15,4	12	45° 03'	11° 18'	luglio
ROVIGO	31,5	11,0	55	16,0	4	45° 04'	11° 48'	agosto
TREVISO ISTRANA	32,0	13,0	52	15,4	55	45° 41'	12° 05'	luglio
TREVISO S. ANGELO	31,0	10,0	56	15,6	22	45° 39'	12° 12'	luglio
VENEZIA	31,0	9,0	51	14,4	5	45° 30'	12° 13'	luglio
VERONA VILLAFRANCA	31,5	11,0	53	15,4	68	45° 24'	10° 53'	luglio

*(segue prospetto)**(segue)*

<i>(seguito del prospetto)</i>								
Località (stazione meteorologica)	T_{bse} °C	ΔT_{ge} °C	UR_e %	X 10^{-3} kg/kg	H m s.l.m.	Lat. Nord	Long. Est Greenwich	Mese più caldo
VICENZA	32,5	12,0	45	13,8	53	45° 34'	11° 32'	luglio
GORIZIA	30,5	11,0	50	13,7	86	45° 56'	11° 17'	luglio-agosto
PORDENONE	33,0	10,0	45	14,2	22	45° 39'	12° 13'	luglio
TRIESTE	31,0	8,0	50	14,1	20	45° 39'	13° 45'	agosto-luglio
UDINE CAMPOFORMIDO	31,5	11,0	52	15,0	92	46° 02'	13° 11'	luglio
BOLOGNA BORGO PANIGALE	33,0	12,0	43	13,6	49	44° 31'	11° 18'	luglio-agosto
FERRARA	32,0	12,0	45	13,3	41	44° 50'	11° 38'	luglio
FORLI'	32,0	10,0	50	15,0	28	44° 12'	12° 05'	luglio
MARINA DI RAVENNA	31,0	9,0	52	14,5	11	44° 29'	12° 17'	agosto
MODENA	32,0	10,0	50	15,0	76	44° 38'	10° 36'	luglio
PARMA	31,0	10,0	55	15,4	57	44° 48'	10° 42'	luglio-agosto
RAVENNA	31,0	10,0	50	14,1	2	44° 23'	12° 15'	luglio
REGGIO EMILIA	31,5	10,0	55	16,0	60	44° 42'	10° 39'	luglio
RIMINI	30,0	10,0	60	16,0	13	44° 01'	12° 39'	luglio-agosto
AREZZO	31,5	12,0	50	14,6	247	43° 28'	11° 51'	luglio
FIRENZE PERETOLA	33,5	13,0	45	14,6	48	43° 48'	11° 12'	luglio
GROSSETO	33,0	13,0	42	13,1	7	42° 45'	11° 04'	luglio-agosto
LIVORNO	31,0	10,0	55	15,4	3	43° 33'	10° 19'	luglio
LUCCA	32,5	12,0	50	15,4	20	43° 51'	10° 31'	luglio
MASSA CARRARA	32,5	11,0	50	15,4	65	44° 02'	10° 09'	luglio-agosto
PISA S. GIUSTO	31,5	10,0	55	16,0	11	43° 41'	10° 24'	agosto-luglio
PISTOIA	31,5	12,0	50	14,6	88	43° 56'	10° 56'	luglio
SIENA	31,0	13,0	50	14,1	364	43° 19'	11° 20'	luglio
ANCONA	29,5	5,5	63	16,2	105	43° 47'	13° 31'	agosto-luglio
ANCONA FALCONARA	31,0	13,5	58	16,5	9	43° 38'	13° 25'	agosto
ASCOLI PICENO	33,0	10,0	45	14,2	136	42° 54'	14° 23'	agosto-luglio
MACERATA	31,0	12,0	50	14,1	342	43° 18'	13° 23'	luglio-agosto
PESARO	30,5	9,0	60	16,6	14	43° 54'	12° 52'	luglio
PERUGIA	30,5	10,0	40	11,0	213	43° 05'	12° 30'	agosto-luglio
TERNI	32,5	9,0	35	10,6	170	42° 34'	12° 39'	luglio
FROSINONE	31,5	12,0	45	13,0	180	41° 39'	13° 19'	luglio
LATINA	33,0	10,0	40	12,6	45	41° 33'	12° 55'	agosto
PONZA	29,5	5,5	60	15,6	185	40° 55'	12° 57'	luglio-agosto
PRATICA DI MARE	30,5	11,5	60	16,6	17	41° 39'	12° 26'	agosto-luglio
RIETI	29,5	12,0	50	13,0	402	42° 24'	12° 53'	luglio
ROMA CIAMPINO	33,0	11,5	45	14,2	137	41° 48'	12° 36'	luglio-agosto
ROMA FIUMICINO	31,0	10,0	55	15,4	2	41° 48'	12° 14'	luglio-agosto
VITERBO	31,0	12,0	45	12,6	320	42° 26'	12° 05'	agosto-luglio
L'AQUILA	29,0	10,0	50	12,6	735	42° 21'	13° 25'	luglio
PESCARA	31,5	10,0	55	16,0	16	42° 26'	14° 12'	luglio-agosto
TERAMO	32,0	8,0	40	12,0	407	42° 39'	11° 12'	luglio-agosto

(segue prospetto)

<i>(seguito del prospetto)</i>								
Località (stazione metereologica)	T_{bse} °C	ΔT_{ge} °C	UR_e %	X 10^{-3} kg/kg	H m s.l.m.	Lat. Nord	Long. Est Greenwich	Mese più caldo
CAMPOBASSO	29,0	9,0	50	12,6	793	41° 34'	14° 42'	agosto
ISERNIA	30,0	10,0	45	11,8	402	41° 35'	14° 14'	luglio
AVELLINO	30,0	11,0	50	13,3	370	40° 55'	14° 49'	luglio-agosto
BENEVENTO	32,0	11,0	50	15,0	170	41° 08'	14° 47'	luglio-agosto- settembre
CAPO PALINURO	30,0	6,0	60	16,0	185	40° 01'	15° 47'	agosto-luglio
CASERTA	32,0	11,0	50	15,0	90	41° 01'	14° 21'	luglio-agosto
NAPOLI CAPODICHINO	32,0	10,5	45	13,3	72	40° 53'	14° 18'	agosto-luglio
BARI PALESE	32,0	8,0	50	15,0	49	41° 08'	16° 47'	agosto-luglio
BRINDISI	31,5	8,0	60	17,5	10	40° 40'	17° 57'	luglio-agosto
FOGGIA	34,0	13,0	33	11,0	56	41° 32'	15° 43'	luglio-agosto
GIOIA DEL COLLE	33,0	17,0	35	11,0	365	40° 48'	16° 58'	agosto
LECCE	33,0	12,5	40	12,6	51	40° 21'	18° 13'	agosto-luglio
S. MARIA DI LEUCA	31,5	7,0	45	13,0	112	39° 49'	18° 21'	agosto-luglio
TARANTO	33,0	8,5	43	13,6	15	40° 28'	17° 15'	luglio-agosto
MATERA	33,0	10,0	35	11,0	360	40° 39'	16° 39'	agosto
POTENZA	28,5	9,5	40	9,8	843	40° 38'	15° 48'	agosto-luglio
BONIFATI	28,5	9,0	64	15,6	480	39° 04'	17° 04'	agosto
CATANZARO	33,0	10,0	40	12,6	320	38° 55'	17° 37'	agosto
COSENZA	33,5	8,0	40	13,0	256	39° 17'	16° 16'	luglio
CROTONE	33,5	10,0	42	13,6	158	39° 00'	17° 05'	agosto-luglio
REGGIO CALABRIA	34,0	9,0	40	13,4	20	38° 05'	15° 39'	luglio-agosto
AGRIGENTO	32,5	10,0	40	12,3	313	37° 19'	14° 38'	luglio-agosto
CALTANISSETTA	34,0	9,0	35	11,6	570	37° 29'	14° 05'	luglio-agosto
CATANIA FONTANAROSSA	33,5	10,0	48	15,7	16	37° 28'	15° 04'	agosto-luglio
ENNA	29,0	7,0	40	10,0	964	37° 34'	14° 20'	luglio-agosto
MESSINA	32,0	6,0	48	14,4	54	38° 12'	15° 33'	agosto-luglio
PALERMO BOCCADIFALCO	32,0	6,5	45	13,3	122	38° 07'	13° 19'	agosto-luglio
PALERMO PUNTA RAISI	31,5	5,0	60	17,6	21	38° 11'	13° 05'	agosto-luglio
PANTELLERIA	30,0	5,0	65	17,3	170	36° 49'	11° 58'	agosto-luglio
RAGUSA	34,0	8,0	40	13,4	515	36° 56'	14° 45'	agosto-luglio
SIRACUSA	33,0	7,0	45	14,2	39	37° 09'	15° 18'	luglio
TRAPANI BIRGI	31,5	7,5	60	17,6	14	37° 55'	12° 30'	agosto-luglio
USTICA	30,0	5,0	65	17,3	259	38° 42'	13° 11'	agosto-luglio
ALGHERO	30,0	7,5	48	12,8	40	40° 38'	08° 17'	agosto-luglio
CAGLIARI ELMAS	32,0	9,0	52	15,4	18	39° 15'	09° 03'	agosto-luglio
CAPO BELLAVISTA	31,0	6,0	60	17,0	156	39° 56'	09° 43'	agosto-luglio
NUORO	31,0	9,0	50	14,1	545	40° 19'	09° 20'	luglio-agosto
OLBIA	31,0	8,0	52	14,6	2	40° 56'	09° 30'	agosto-luglio
SASSARI	30,5	8,0	50	13,7	224	40° 43'	08° 34'	luglio-agosto

D 1. Correzioni alle condizioni termoigrometriche esterne estive di progetto di cui al prospetto XI.

Di seguito si riportano le correzioni da apportare alle condizioni esterne estive di progetto per località non comprese nell'elenco, rispetto alle località di riferimento, per la diversa situazione esterna e per tenere conto dell'altezza degli edifici.

Per località non comprese nell'elenco si adottano i riferimenti base di temperatura bulbo asciutto ed umidità della località più vicina indicata nell'elenco.

D 1.1 Temperatura a bulbo secco

- a) per tenere conto della diversa altitudine sul livello del mare:
 - temperatura invariata sino a 200 m di differenza di quota,
 - diminuzione (o aumento) di 1 °C ogni 200 m di quota maggiore (o minore), oltre 200 m;
- b) per tenere conto della diversa situazione dell'ambiente esterno:
 - temperatura invariata per edifici isolati,
 - aumento da 0,5 a 1 °C in piccoli agglomerati,
 - aumento da 1 a 2 °C in un complesso urbano;
- c) per tenere conto dell'altezza degli edifici, limitatamente ai piani di altezza maggiore di quella degli edifici confinanti (incluso l'aumento di cui alla lettera b):
 - aumento da 1 a 2 °C.

D 1.2 Umidità (solo per località diverse da quelle di riferimento)

In corrispondenza alla temperatura corretta come sopra descritto, l'umidità è determinata con il seguente metodo:

- a) Italia settentrionale, regioni: Piemonte, Val d'Aosta, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia-Giulia, Emilia-Romagna, Liguria:
 - eguale umidità assoluta della località di riferimento;
- b) Italia centrale, regioni: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzi, Molise:
 - si calcola l'umidità relativa corrispondente ad eguale umidità assoluta della località di riferimento,
 - si calcola l'umidità relativa corrispondente ad eguale contenuto entalpico della località di riferimento,
 - l'umidità relativa della località è la media aritmetica dei due valori così determinati;
- c) Italia meridionale e isole, regioni: Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna:
 - eguale contenuto entalpico della località di riferimento.

APPENDICE E

(informativa)

Riferimenti legislativi

La presente appendice, fornisce i riferimenti dei documenti legislativi inerenti gli argomenti trattati nella presente norma.

- Circolare n. 13011 del 22 Settembre 1974 e del 22 Novembre 1974 "Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione";
- Legge 11 Novembre 1975 n. 584 "Divieto di fumare in determinati locali e su mezzi di trasporto pubblico";
- Decreto Ministeriale 18 Dicembre 1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservare nella esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- Decreto Ministeriale 18 Maggio 1976 "Disposizioni in ordine agli impianti di condizionamento o ventilazione di cui alla Legge 11 Novembre 1975, n. 584, concernente il divieto di fumare in determinati locali e su mezzi di trasporto pubblico";
- Decreto Ministeriale 10 Marzo 1977 "Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti globali di dispersione termica;
- Decreto Presidente della Repubblica 28 Giugno 1977, n. 1052 "Regolamento di esecuzione alla Legge 30 Aprile 1976, n. 373, relativa al consumo energetico per usi termici negli edifici";
- Decreto Ministeriale 5 agosto 1977 "Determinazione dei requisiti tecnici sulle case di cura private";
- Legge 18 Novembre 1983, n. 645 "Disposizioni per l'esercizio degli impianti di riscaldamento";
- Decreto Ministeriale 30 Luglio 1986 "Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici";
- Decreto Legge Ministeriale dell'Interno 25 Agosto 1989 "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi";
- Legge 9 Gennaio 1991, n. 10 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 Agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 9 Gennaio 1991, n. 10".

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

(UNI 10339)

Studio del progetto - **Gruppo di lavoro del Sottocomitato 5 "Condizionamento dell'aria e refrigerazione" del CTI**
(Comitato Termotecnico Italiano, federato all'UNI - Milano, Dipartimento di Energetica del Politecnico, piazza
Leonardo da Vinci, 32), riunioni negli anni dal 1989 al 1992.

Esame ed approvazione - **Commissione Centrale del CTI**, riunione del 12 giu. 1992.

Esame finale ed approvazione - **Commissione Centrale Tecnica dell'UNI**, riunione del 18 mar. 1993.

Ratifica - **Presidente dell'UNI**, delibera del 6 giu. 1995.